



**CÉLIA ANDREIA
BORGES DOS
SANTOS NETO**

**ESTRATÉGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DO
EDIFICADO EM ADOBE EM AVEIRO**



**CÉLIA ANDREIA
BORGES DOS
SANTOS NETO**

**ESTRATÉGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DO
EDIFICADO EM ADOBE EM AVEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil realizada sob a orientação científica do Prof. Dr. Humberto Salazar Amorim Varum, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e do Prof. Dr. Aníbal Guimarães da Costa, Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Paulo Barreto Cachim
Professor Associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Humberto Salazar Amorim Varum (orientador)
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Aníbal Guimarães da Costa (co-orientador)
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Para a concretização de todo o trabalho desenvolvido, contei com a preciosa ajuda e colaboração de diversas pessoas, às quais gostaria, desde já, de expressar os meus sinceros agradecimentos.

Começo por agradecer aos meus orientador e co-orientador, respectivamente, Professor Doutor Humberto Varum e Professor Doutor Aníbal Costa pelo apoio que foram dando e pela disponibilidade e entusiasmo com que foram seguindo a evolução desta dissertação.

À licenciada em Engenharia Civil, Dora Silveira, aluna de doutoramento em Engenharia Civil da Universidade de Aveiro pelo apoio prestado durante todo o trabalho realizado.

Ao Técnico Daniel Bastos, da Câmara Municipal da Murtosa e ao Eng.º Técnico Samuel Costa, pela sua disponibilidade e pelo empenho no apoio à concretização dos meus objectivos.

A todos os meus amigos, e em especial à Patrícia Miguel, que demonstraram de alguma forma o seu interesse e preocupação, e que me ajudaram a ultrapassar os problemas que foram surgindo no decorrer dos trabalhos.

Como não poderia deixar de ser, um grande obrigado à minha família pelo apoio incondicional, incentivo e confiança que sempre depositaram em mim e sem os quais não poderia ter realizado este projecto.

Muito obrigada a todos.

palavras-chave

Construção em adobe, caracterização de patologias, base de dados, SIG

resumo

A construção em adobe no distrito de Aveiro era realizada com base na experiência acumulada, transmitida de geração em geração, e não incluía muitos cuidados associados a exigências funcionais e de conforto compatíveis com as actuais. Urge assim procurar atingir um nível de conhecimento profundo do parque construído em adobe no distrito de Aveiro, nomeadamente no que diz respeito à sua constituição, dimensões, sistemas estruturais, patologias, estado de conservação, com o objectivo de promover a sua reabilitação e reforço. Para tal via, contribui este trabalho, que se divide em três partes. Na primeira parte define-se a estratégia a adaptar, com o desenvolvimento de fichas de inspecção. Na segunda parte testa-se as fichas de inspecção e georreferenciação das construções em adobe em estudo, constituindo uma primeira base de dados em SIG, permitindo uma rápida localização geográfica e consulta de atributos das mesmas. Na última parte analisou-se as patologias encontradas e criou-se outra base de dados a ser uma ferramenta útil para trabalhos futuros.

keywords

Adobe construction, pathologies characterization, database, SIG

Abstract

In the Aveiro district, the adobe building were prepared based on transmitted experience from generation to generation, and did not include many associated care with functional requirements and compatible comfort with the current. Thus seek to achieve a level of deep knowledge of the built park in adobe in Aveiro district, namely regarding to its constitution, dimensions, structural systems, pathologies, conditions, with the aim to promote their conservation and strengthening. The present work is divided in three parts. The first one, defined the strategy to adapt, with the development of inspection sheets; the second one, the inspection sheets and georeference were testes, providing a first database, GIS, allowing a geographical rapid location and consultation with the same attributes. In the last one, the pathologies found were analyzed and another database was created meant to be a useful tool for future work.

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO	3
1.2. OBJECTIVOS E ESTRATÉGIA	3
1.3. CONTEÚDO	5
CAPÍTULO 2 – A CONSTRUÇÃO EM TERRA: PARQUE CONSTRUÍDO E VIABILIDADE DE APLICAÇÕES FUTURAS.....	7
2.1. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS EM TERRA CRUA	9
2.2. O ADOBE.....	9
2.2.1. Composição da terra e qualidade de construção	10
2.2.2. Vantagens e desvantagens do adobe	11
2.3. CONSTRUÇÕES EM TERRA NO MUNDO E EM PORTUGAL	11
2.4. PARQUE CONSTRUÍDO EM ADOBE NO DISTRITO DE AVEIRO.....	13
2.5. COMPORTAMENTO DA CONSTRUÇÃO EM ADOBE FACE À ACÇÃO SÍSMICA	16
2.6. RECOMENDAÇÕES PARA CONSTRUIR EM TERRA	18
2.7. OS OBSTÁCULOS À CONSTRUÇÃO EM TERRA CRUA	19
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTO DE INSPECÇÃO	21
3.1. FICHAS DE INSPECÇÃO.....	24
3.2. GEORREFERENCIAÇÃO	29
CAPÍTULO 4 – CASOS DE ESTUDO	37
4.1. FOGUEIRA.....	39
4.2. MURTOSA	42
CAPÍTULO 5 – CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS.....	47
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	49
5.2. PAREDES EXTERIORES	52
5.3. PAREDES INTERIORES	56
5.4. REVESTIMENTOS DAS PAREDES.....	60
5.5. REVESTIMENTOS DE TECTOS.....	66
5.6. PAVIMENTOS.....	68
5.7. COBERTURAS.....	70
5.8. ESCADAS	75
5.9. CAVES E FUNDAÇÕES.....	76
5.10. OUTROS ELEMENTOS	78

CAPÍTULO 6 – DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS E INTERVENÇÕES DE BENEFICIAÇÃO . 83

6.1.	PAREDES EXTERIORES.....	85
6.2.	PAREDES INTERIORES.....	87
6.3.	PAVIMENTOS	89
6.4.	COBERTURAS.....	90
6.5.	AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES DE BENEFICIAÇÃO	92

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS

FUTUROS	95
----------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
--	-----------

ANEXO I	107
----------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Pano de parede assente à meia vez	9
Figura 2 – Pano de parede assente à uma vez	9
Figura 3 – Distribuição mundial da construção em terra [12].	12
Figura 4 – Distribuição das construções existentes em terra crua (adobe e taipa) em Portugal	13
Figura 5 – Fábrica Centro Ciência [17]	15
Figura 6 – Quartel da Guarda Nacional Republicana [17]	15
Figura 8 – Distribuição das zonas com actividade sísmica com intensidades altas e moderadas [12].....	16
Figura 9 – Modos de rotura típicos em casas de adobe [26].	17
Figura 10 – Equipamento de apoio às inspecções	28
Figura 11 - GeodataBase	30
Figura 12 – Feature Dataset	30
Figura 13 – Feature Class	31
Figura 14 – Atributos da Feature Class	31
Figura 15 – DataSet	32
Figura 16 – Exportação das ShapesFiles	32
Figura 17 – Georreferênciação	33
Figura 18 – Raster Dataset	33
Figura 19 – Exportação do Raster para a Geodatabase	34
Figura 21 – Georreferenciação das casas em adobe na Murtosa.....	35
Figura 22 – Georreferenciação das casas em adobe na Fogueira.....	35
Figura 23 – Construção H_013	40
Figura 24 – Construção H_014	40
Figura 25 – Construção H_019	40
Figura 26 – Construção H_021	40
Figura 27 – Construção H_022	41
Figura 28 – Construção H_023	41
Figura 30 – Adobe de Cal (construção H_024).....	41
Figura 31 – Pormenor dos elementos decorativos do telhado (construção H_025).....	43
Figura 32 – Construção H_016	43
Figura 33 – Construção H_017	43
Figura 34 – Construção H_018	44
Figura 35 – Construção H_020	44
Figura 36 – Construção H_025	44
Figura 37 – Construção H_026	44
Figura 39 – Adobe de Barro (construção H_026)	45

Figura 40 – Adobe de Cal (construção H_020).....	45
Figura 41 – Malhetes (construção H_027).....	45
Figura 42 – Número de pisos em cada construção	50
Figura 43 – Área total de implantação	51
Figura 46 – Altura total das construções.....	52
Figura 47 – Espessura das paredes de fachada	54
Figura 48 – Altura das paredes de fachada	54
Figura 49 – Distância de travamento das paredes de fachada.....	55
Figura 50 – Esbelteza em paredes de fachada.....	55
Figura 51 – Espessura das paredes interiores estruturais.....	58
Figura 52 – Altura das paredes interiores estruturais	59
Figura 53 – Distância de travamento de paredes interiores estruturais	59
Figura 54 – Estrutura de suporte das paredes interiores não estruturais	59
Figura 55 – Espessura das paredes interiores não estruturais.....	60
Figura 56 – Parede interior em tabique fasquiado (construção H_016)	60
Figura 57 – Parede interior em tijolo maciço e furado (construção H_024).....	60
Figura 58 – Argamassas de revestimento das paredes de fachada.....	62
Figura 60 – Revestimento final das paredes de fachada	62
Figura 61 – Revestimento final das paredes interiores estruturais	63
Figura 62 – Revestimento final das paredes interiores não estruturais.....	63
Figura 63 – Espessura das argamassas de junta	63
Figura 64 – Espessura das argamassas de revestimento interior	64
Figura 65 – Espessura das argamassas de revestimento exterior	64
a) Construção H_024.....	64
b) Construção H_026.....	64
Figura 66 – Argamassa de revestimento à base de cal.....	64
Figura 67 – Revestimento a azulejo (construção H_020).....	65
Figura 68 – Revestimento a azulejo (construção H_025).....	65
Figura 69 – Revestimento em parede interior ornamentado em estuque (construção H_026).....	65
Figura 70 – Revestimento em parede interior com azulejo (construção H_026).....	65
Figura 71 – Revestimento em parede interior a pintura de cal com pigmentação representando uma paisagem (construção H_025)	65
Figura 72 – Revestimento em parede interior a pintura de cal com pigmentação – fingidos (construção H_025)	65
Figura 73 – Lâmbil fingido (construção H_025)	66
a) construção H_026.....	67
b) construção H_024.....	67
Figura 74 – Estrutura de suporte dos tectos	67
Figura 75 – Tecto com forro em madeira pintado – painéis moldurados (construção H_025).....	67

Figura 76 – Tecto com forro em madeira pintado – Tabuado de saia e camisa (construção H_013)	67
Figura 77 – Tecto em estuque muito elaborado (construção H_026)	67
Figura 78 – Zona de encaixe do barrote na parede (construção H_026)	70
Figura 80 – Soalho pregado (construção H_016)	70
Figura 81 – Mosaico hidráulico (construção H_026)	70
Figura 82 – Estruturas de suporte das coberturas	72
Figura 83 – Dimensão dos beirados	72
Figura 84 – Revestimentos das coberturas	72
Figura 85 – Estrutura de suporte (construção H_016)	73
Figura 86 – Asna vulgar (construção H_021)	73
a) Outro tipo de estrutura (construção H_013)	74
b) Cangalha ou canga de porco (construção H_027)	74
c) Asna sem pendural (construção H_016)	74
d) Asna à mansarda (construção H_027)	74
Figura 87 – Outro tipo de estruturas de suporte	74
Figura 88 – Telha Canudo (construção H_013)	74
Figura 89 – Telha Marselha (construção H_027)	74
Figura 90 – Constituição das escadas	75
Figura 91 – Escadas exteriores em adobe com revestimento em pedra (construção H_016)	76
Figura 92 – Escadas interiores em madeira (construção H_017)	76
Figura 93 – Escadas interiores em madeira (construção H_026)	76
Figura 94 – Escadas interiores em madeira (construção H_026)	76
Figura 95 – Constituição do sistema das fundações	77
Figura 96 – Fundação em adobe (construção H_025)	78
Figura 97 – Fundação em alvenaria de pedra (construção H_026)	78
Figura 98 – Fundação em alvenaria de pedra (pedra de Eirol) (construção H_027)	78
Figura 99 – Constituição dos arcos	80
Figura 100 – Estado de conservação global dos arcos	80
Figura 101 – Constituição dos pilares	80
Figura 102 – Estado de conservação global dos pilares	81
Figura 103 – Adobes dispostos formando um elemento triangular que por sua vez assenta numa trave em madeira (construção H_021)	81
Figura 104 – Arco em adobe (construção H_013)	81
Figura 105 – Arcos em adobe (construção H_023)	81
Figura 106 – Caixilharias em madeira (construção H_018)	82
Figura 107 – Cantaria em granito (construção H_025)	82
Figura 108 – Patologias observadas nas paredes exteriores	86

Figura 109 – Estado de conservação global das paredes de fachada: revestimento e estrutura de suporte.....	86
Figura 110 – Fissuração vertical junto ao cunhal (construção H_027).....	87
Figura 111 – Fissuração vertical devido a grande percentagem de aberturas (construção H_016).....	87
Figura 112 – Humidade ascensional e escorrências nas paredes (construção H_027)	87
Figura 113 – Degradação da superfície devido à acção dos agentes atmosféricos (construção H_024)	87
Figura 114 – Patologias observadas nas paredes interiores	88
Figura 115 – Estado de conservação global das paredes interiores estruturais: revestimento e estrutura de suporte	88
Figura 116 – Estado de conservação global das paredes interiores não estruturais: revestimento e estrutura de suporte	88
Figura 117 – Patologias observadas nos pavimentos	89
Figura 118 – Estado de conservação global dos pavimentos: revestimento, estrutura de suporte e ligação às paredes	89
Figura 119 – Degradação do soalho por problemas de humidades (construção H_027)	90
Figura 120 – Patologias observadas nas coberturas.....	91
Figura 121 – Estado de conservação global da cobertura: revestimento, estrutura de suporte e ligação às paredes	91
Figura 122 – Deformabilidade excessiva da estrutura de suporte da cobertura (construção H_013)	92
Figura 123 – Fragilização das ligações e zonas de apoio nas paredes (construção H_027)	92
Figura 124 – Degradação dos elementos devido a infiltrações na cobertura.....	92

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Identificação das construções	39
Tabela 2 – Paredes de fachada	53
Tabela 3 – Paredes interiores estruturais	57
Tabela 4 – Paredes interiores não estruturais	58
Tabela 5 – Pavimentos.....	69
Tabela 6 – Cobertura	71
Tabela 7 – Caves e Fundações	77
Tabela 8 – Arcos	79
Tabela 9 – Pilares	79
Tabela 10 – Escadas.....	75

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

- 1.1. Enquadramento
- 1.2. Objectivos e Estratégia
- 1.3. Conteúdo

1.1. Enquadramento

Um grupo de investigação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro tem vindo a desenvolver, nos últimos anos, trabalhos para a caracterização do parque construído em adobe no distrito de Aveiro. O objectivo central é desenvolver uma base de informação e conhecimento sobre o comportamento deste tipo de construções e as causas das patologias mais comuns, proporcionando o desenvolvimento de soluções de reabilitação e reforço mais eficazes, simples e de menor custo. Deste modo, pretende-se identificar aspectos tais como a rigidez, a capacidade resistente, a capacidade de dissipação de energia e os mecanismos de colapso, através de levantamentos dimensionais, estudos da composição granulométrica dos diferentes adobes da região, ensaios de caracterização do comportamento mecânico dos materiais (em tracção e compressão), ensaios cíclicos quase-estáticos em paredes de alvenaria (no plano e fora do plano), ensaios de caracterização dinâmica, entre outros.

1.2. Objectivos e Estratégia

A presente tese de mestrado insere-se no projecto em desenvolvimento na Universidade de Aveiro referido na secção anterior e no qual se pretende reunir e tratar, de forma estruturada, informação relativa às construções em adobe no Distrito de Aveiro, abrangendo a distribuição espacial, a caracterização do comportamento dos elementos constituintes, ainda como as patologias comuns e as soluções de reabilitação mais adequadas. Este projecto, cuja finalidade é criar uma base de conhecimento que suporte futuras acções de reabilitação do património em adobe, surge associado ao desenvolvimento de algumas teses de doutoramento e mestrado, destacando-se o trabalho de doutoramento da licenciada em Engenharia Civil Dora Silveira [1] e o trabalho de mestrado do Eng.º Henrique Pereira [2]. O projecto referido apresenta como principais objectivos:

- A caracterização do parque construído em adobe no distrito de Aveiro:
 - Caracterização histórica
 - Caracterização arquitectónica
 - Caracterização estrutural e construtiva
 - Caracterização do estado de conservação

- Identificação das patologias mais comuns destas construções e interpretação das suas causas.
- Caracterização dos materiais e do comportamento estrutural das construções em adobe, com recurso a ensaios de caracterização mecânica e ao desenvolvimento e calibração de modelos analíticos/numéricos.
- Estudo e desenvolvimento de soluções de reabilitação e reforço estrutural, e de reabilitação não estrutural das construções em adobe na região.
- Criação de uma base para a elaboração de normalização apropriada para a verificação da segurança e reabilitação das edificações existentes em adobe.
- Disseminação do conhecimento adquirido com este projecto, no seio dos técnicos das Câmaras, dos projectistas, e técnicos de obra interessados na reabilitação do património edificado em adobe.

A caracterização do parque construído inclui diversas informações históricas, arquitectónicas, estruturais, informando também acerca do estado actual das construções, passando pelo desenvolvimento de uma ficha de inspecção. A caracterização histórica engloba datas de construção, abandono, datas de intervenção, etc. Por sua vez a caracterização arquitectónica engloba uma análise da geometria das construções, espessura das paredes, dimensões dos adobes. Já a caracterização estrutural relaciona-se com a descrição do funcionamento estrutural, a avaliação do estado de conservação global do edifício e de todos os elementos constituintes.

Os procedimentos e a estratégia seguida para alcançar os objectivos desta tese de mestrado baseiam-se:

- na proposta e desenvolvimento de um conjunto de fichas para apoio no levantamento de informação e avaliação das construções existentes em adobe;
- no teste e optimização das fichas propostas;
- na aplicação das fichas a uma série de casos de estudo
- na proposta da estrutura de uma base de dados para o registo e informação relativa às construções inspeccionadas;
- na validação da metodologia.

1.3. Conteúdo

Esta tese de mestrado organiza-se em sete capítulos, dos quais o primeiro é a presente introdução. Toda a informação relativa ao estado de arte é reunida e apresentada no segundo capítulo. No terceiro capítulo é descrito o procedimento adoptado neste estudo integrando uma breve descrição das fichas de inspecção e da estrutura da georreferenciação. No quarto capítulo são apresentados os casos de estudo, no local da Fogueira e no concelho da Murtosa. No quinto capítulo, são caracterizados os elementos construtivos, tais como as paredes interiores e exteriores, revestimentos de paredes e tectos, pavimentos, coberturas, escadas, caves e fundações bem como uma avaliação das intervenções de beneficiação das construções apresentadas nos casos de estudo descritos no capítulo anterior. Seguindo-se o diagnóstico das patologias observadas no capítulo seis. No capítulo sete, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho e algumas considerações adicionais, sendo enumeradas possíveis linhas de desenvolvimento futuro.

CAPÍTULO 2 – A CONSTRUÇÃO EM TERRA: PARQUE CONSTRUÍDO E VIABILIDADE DE APLICAÇÕES FUTURAS

- 2.1. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS EM TERRA CRUA
- 2.2. O ADOBE
- 2.3. CONSTRUÇÕES EM TERRA NO MUNDO E EM PORTUGAL
- 2.4. PARQUE CONSTRUÍDO EM ADOBE NO DISTRITO DE AVEIRO
- 2.5. COMPORTAMENTO DA CONSTRUÇÃO EM ADOBE FACE À ACÇÃO SÍSMICA
- 2.6. RECOMENDAÇÕES PARA CONSTRUIR EM TERRA CRUA
- 2.7. OS OBSTÁCULOS À CONSTRUÇÃO EM TERRA CRUA

2.1. Soluções construtivas em terra crua

O uso da terra como material de construção remonta há mais de 10 mil anos. Na África e no Médio Oriente foram encontrados os registos mais remotos no domínio das técnicas de construção em terra crua. Introduzidas pelos romanos e desenvolvidas na Península Ibérica pelos árabes, acompanham a humanidade até aos nossos dias, não só mas principalmente em regiões de clima quente e seco. Dependendo em parte dos recursos disponíveis, da situação económica, da cultura e de outras variantes, desenvolveram-se variadas soluções e técnicas, como, por exemplo, o adobe, a taipa, a terra escavada, a terra-palha, o tabique, aplicações em revestimentos, etc. Nas últimas décadas têm-se desenvolvido novas soluções construtivas recorrendo à terra crua, como o BTC (bloco de terra comprimida), o bloco de terra prensada, entre outras [3].

2.2. O adobe

O adobe é um bloco de terra enformado e seco ao sol. Tipicamente a sua produção segue procedimentos tradicionais. As paredes estruturais de alvenaria de adobe são executadas a partir de blocos de terra enformados e secos ao sol, aglutinados por uma argamassa com base na mesma terra utilizada no fabrico dos blocos de adobe [4].

As paredes de alvenaria podem ser executadas com diferentes espessuras, em função da geometria e particularmente do modo como são dispostos os blocos, que pode ser a meia vez ou a uma vez, como se mostram as Figuras 1 e 2 [5].

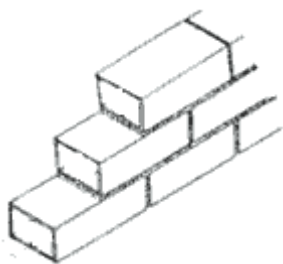


Figura 1 – Pano de parede assente à meia vez

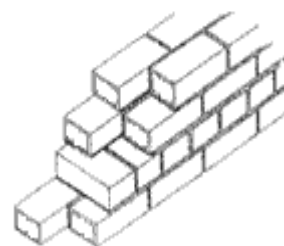


Figura 2 – Pano de parede assente à uma vez

As dimensões dos blocos de adobe variam muito de região para região mas, de uma forma geral, o comprimento é aproximadamente o dobro da largura.

A proporção correcta de areia e argila deve situar-se entre 1:1 até 2:1, dado que porções menores de argila deixam a mistura muito mole e sem aderência. Para tornar a mistura mais consistente, podem juntar-se aditivos naturais como palha, grãos ou outras fibras, sendo que todos os componentes a utilizar sejam depois bem misturados. Seguidamente, a mistura deve descansar à sombra durante, aproximadamente, dois dias antes de lhe ser novamente adicionada

água, de modo a ganhar uma consistência plástica. Posto isto, o barro é colocado em formas, denominadas adobeiras, podendo estas ser de madeira, metal ou plástico resistente, e após desmoldagem os blocos são deixados a secar ao sol durante 10 dias, devendo ser virados a cada dois dias [6].

Através da técnica de lançamento do barro no molde, pode-se obter diferenças na compactação e na resistência. Note-se que, quanto mais forte for o lançamento do barro no molde, melhor será a compactação e a resistência da peça.

Existem vários ensaios para avaliar a resistência dos blocos de adobe. Um dos ensaios mais simples passa por colocar dois tijolos afastados entre si, de aproximadamente 30 cm, e apoiando sobre a parte superior destes um outro bloco, que será solicitado com uma carga vertical. A qualidade dos adobes inferiores é aferida em função dos danos verificados [7].

2.2.1. Composição da terra e qualidade de construção

O factor que maior influência revela na resistência da edificação em terra crua é o desempenho mecânico do solo utilizado. Esta característica está directamente relacionada com o processo de secagem do material e a sua resistência final.

A terra apropriada para usar na construção encontra-se, geralmente, a cerca de 50 cm abaixo do nível do solo, isto porque, a camada superficial contém matéria orgânica em decomposição e outros microorganismos prejudiciais, fazendo com que quanto maior for o teor de matéria orgânica, mais escuro se apresente o solo.

Granulometricamente a terra empregue deve possuir uma percentagem entre 15% a 30% de argilas. Valores de argila inferiores ou superiores ao intervalo referido são inconvenientes pois provocarão dissecção e desagregação do material ou necessidade de demasiada água de amassadura e consequente retracção, fendilhação e secagem do material. O solo ideal deverá apresentar uma coloração amarelada, castanha ou vermelha. É admissível a existência de cascalho misturado na terra desde que os diâmetros não excedam 20 a 25 m/m ou acima destes (até 50 m/m) e a sua percentagem seja inferior a 20-25 %.

O tipo de composição granulométrica e a inclusão de aditivos, farão controlar a microfissuração durante a secagem do material, permitindo melhorar a capacidade resistente das paredes.

A qualidade da mão-de-obra utilizada, nomeadamente na compactação da terra e na pormenorização da ligação entre os vários elementos, é também fundamental para se obter uma construção de boa qualidade [6, 7].

2.2.2. Vantagens e desvantagens do adobe

Este material possui muitas vantagens como: a facilidade de produção, facilitando uma rápida capacitação da mão-de-obra [3]; o elevado conforto térmico, associado à sua inércia térmica; o bom comportamento acústico; a economia energética, a longevidade da construção e os aspectos ligados à reciclagem. Verifica-se então que este tipo de construção é sustentável do ponto de vista económico, não requer mobilização financeira de maior pois, ao funcionar com uma infraestrutura relativamente ligeira, aumenta a possibilidade de acesso da população mais carenciada, até porque permite a utilização de recursos renováveis disponíveis nas proximidades das obras. Trata-se de uma técnica com algum consumo de água mas muito inferior ao que é utilizado com os materiais de construção usuais [8]. Como principais desvantagens, temos as limitadas resistências à tracção e ao corte, que podem ser melhoradas através de processos de estabilização de solos; e a vulnerabilidade à água, que pode ser ultrapassada mediante a construção de bons isolamentos, tanto na cobertura como na base das construções (normalmente alvenaria de pedra), que impedem as infiltrações ascensionais. Comummente as construções são realizadas por pessoal não especializado, facilitando o aparecimento de anomalias de origem estrutural. Um dos aspectos a ter em conta é também a vulnerabilidade sísmica. As construções em adobe, quando mal concebidas e reforçadas, sofrem danos estruturais severos chegando até a colapsar, causando perdas humanas e materiais. Como exemplo temos os efeitos do sismo ocorrido em Dezembro de 2003 na cidade de Bam, no actual Irão [9].

2.3. Construções em terra no mundo e em Portugal

Enquanto que nos países subdesenvolvidos, devido aos escassos recursos financeiros, construir em terra constitui a forma mais económica e eficiente para que a maior parte da população tenha uma habitação, nos países desenvolvidos as populações estão a redescobrir o benefício deste material.

Com o aparecimento de novas tecnologias surgiram, também, novos materiais que contribuíram para a marginalização da terra como matéria-prima. Actualmente, a construção em terra crua pode distinguir-se em duas diferentes formas. Por um lado, aquela que resulta da sobrevivência dos sistemas construtivos mais primitivos gerados pela carência em que vivem algumas populações. Por outro lado, aquela que é suportada pelas investigações e incentivos de instituições de pesquisas para o uso de técnicas inovadoras e coerentes, caracterizadas pela simplicidade, eficácia e baixo custo [3].

Estima-se que cerca de três biliões de pessoas, difusas pelos seis continentes, vivam em construções de terra realizadas segundo múltiplas técnicas, devido a diferentes factores:

económicos, culturais ou climáticos. Nos países em vias de desenvolvimento, cerca de 50% da população, incluindo a maioria da população rural e pelo menos 20% da população urbana e urbana marginal, vive em edifícios de terra [10]. No Peru, cerca de 60% das casas são construídas com adobe ou com taipa e, na Índia, tendo por base os censos de 1971, cerca de 73% da população vive em construções em terra. No que respeita aos países desenvolvidos, em França, há registos de que 15% da população vive nestas construções, e, em algumas regiões da Austrália, cerca de 20% das casas são construídas com paredes em terra crua [11] (Figura 3).

As construções em adobe encontram-se, com maior expressão, ao largo da América Latina, África, Índia e noutras partes da Ásia, Médio Oriente e Sul da Europa. O uso do adobe é muito difuso, sendo comum encontrá-lo até em regiões propícias à ocorrência de desastres naturais, nomeadamente em regiões com elevada perigosidade sísmica. Contudo, a qualquer uma das técnicas de construção com terra crua podem ser associadas soluções estruturais de melhoria da capacidade sísmica, indispensáveis em diversas zonas sísmicas [12].

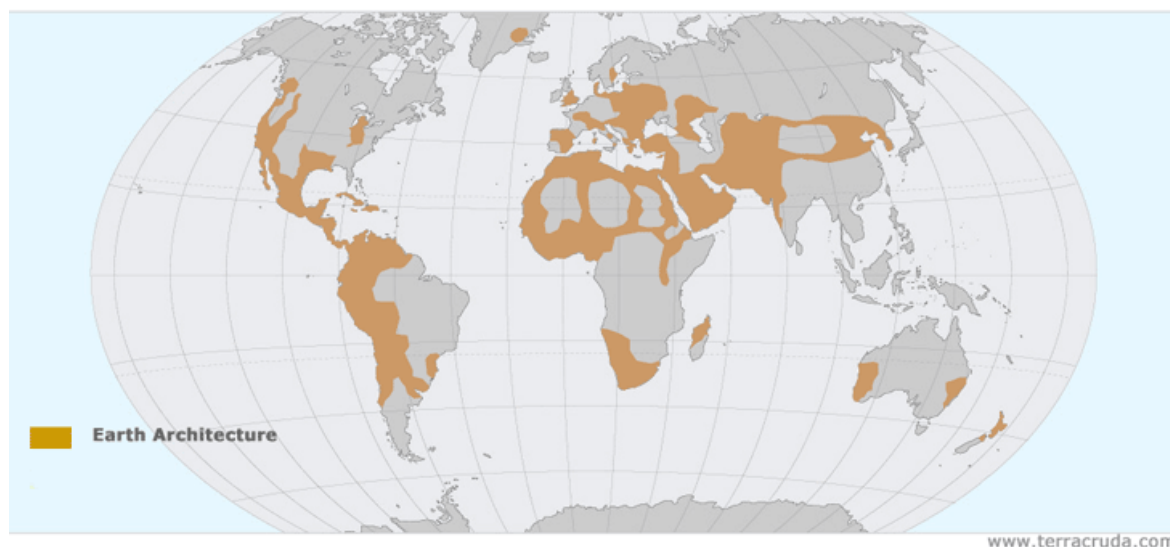


Figura 3 – Distribuição mundial da construção em terra [12].

Em Portugal continental, a construção em terra, aparece em diversas zonas do país, tais como a zona aluvionar do Baixo Douro, de Castelo Branco e, ainda com maior incidência, no Baixo Alentejo e Algarve, tendo a sua utilização declinado entre os finais do século XIX e meados do século XX, aquando do emprego de materiais mais industrializados, nomeadamente o cimento [4]. A localização preferencial deste tipo de construção a Sul relaciona-se com as inferências culturais, geográficas e climáticas. Embora a construção em terra tenha maior expressão nos edifícios de habitação, encontram-se exemplos de edificação de palácios, castelos, torres, igrejas e muralhas, estas últimas presentes nas muralhas do castelo de Silves, Tavira, Alcácer, Paderne e Salir [13]. As tecnologias de construção em terra crua mais utilizadas são a taipa, o adobe e o tabique. O rio

Mondego estabelece a linha divisória entre os dois métodos: o adobe impera a norte e a taipa a sul (Figura 4) [14].

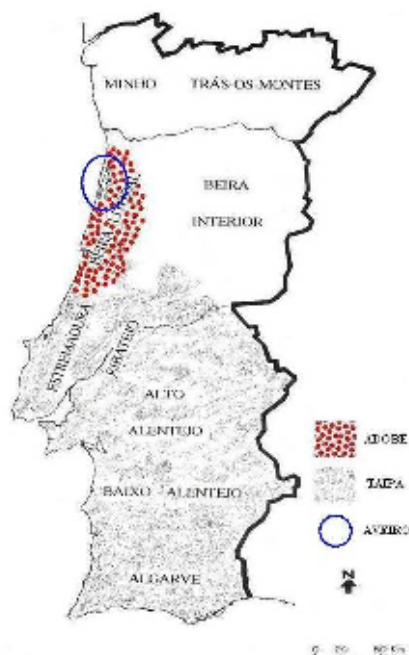


Figura 4 – Distribuição das construções existentes em terra crua (adobe e taipa) em Portugal

2.4. Parque construído em adobe no distrito de Aveiro

No distrito de Aveiro, há um vasto leque de edifícios construídos com paredes resistentes de adobe, e muitos deles ainda hoje se encontram em pleno funcionamento, nomeadamente igrejas, casas de espectáculos, fornos de cal, fábricas, armazéns, muros delimitadores de propriedades, e inclusive, revestimentos de poços de água. Incluem-se neste vasto património várias construções onde a corrente artística e arquitectónica Arte Nova pode ser encontrada. A corrente Arte Nova surge por volta de 1880 e afirma-se principalmente pelo seu carácter ornamental que tem como elementos decorativos a pedra, o ferro e o azulejo. Caracteriza-se por uma decoração de linhas curvas, e emblemas específicos cuja fonte de inspiração é a natureza [15].

De acordo com dados de técnicos e profissionais que actuam em Aveiro, as construções em adobe poderão representar cerca de 20 % a 25 % do total das edificações existentes na cidade, estimando valores da ordem dos 35 % a 40 % quando referidos para todo o distrito. A larga difusão e o sucesso do adobe como material de construção nesta região ficou a dever-se, principalmente, às características das matérias-primas existentes, sendo os blocos geralmente constituídos por uma areia grosseira, estabilizada com cal, e em certas regiões por terra argilosa. O adobe era constituído pelos solos da ria, quando produzidos na sua vizinhança e por solos mais

arenosos e, zonas afastadas da ria. Devido à limitação de disponibilidade de outros materiais na região, o adobe foi utilizado de uma forma generalizada durante um largo período [15, 16 e 17].

É por demais evidente o nível de degradação e abandono patente nas construções em adobe em Aveiro, contudo, podem-se salvaguardar alguns casos em que as construções se encontram plenamente capazes de cumprir as funções para as quais foram pensadas e construídas.

Recentemente, e de uma forma pontual, têm sido realizados trabalhos de reabilitação e reforço destas construções, preservando em grande parte as fachadas [16].

Quando se trata de construções em terra, é exigido um conhecimento muito particular e distinto das práticas usuais de construção, concluindo-se que é de grande importância o conhecimento do existente pois, permite a realização de estudos e a avaliação da melhor maneira de intervir [18, 19]. De uma forma geral, é necessário realizar um estudo sobre as propriedades dos materiais (módulo de elasticidade, resistência à compressão, tracção e corte, composição), de modo a que os materiais a utilizar nas intervenções de reabilitação sejam compatíveis com os existentes [20, 21]. É necessário avaliar ainda características como a rigidez, a capacidade resistente, a capacidade de dissipação de energia e os mecanismos de colapso de elementos de alvenaria de adobe, através de ensaios cíclicos quase-estáticos em alvenaria (fora do plano e no plano), ensaios de caracterização dinâmica, etc. [22, 23].

A sistematização das patologias mais frequentes em construções de adobe e das suas possíveis causas e potenciais soluções de tratamento e correcção, e a caracterização mecânica dos blocos de adobe e argamassas são instrumentos fundamentais no apoio à realização de projectos de reabilitação e reforço deste tipo de alvenaria resistente. Todavia, é igualmente desejável e obrigatório reabilitar e dignificar, previamente, as técnicas ancestrais e o “saber fazer” subjacente [22].

Observando atentamente o centro histórico da cidade de Aveiro, salta rapidamente à vista a degradação, o estado de pré-ruína de muitos edifícios antigos e a existência de grande número de fogos devolutos que evidenciam o despovoamento contínuo do núcleo urbano antigo. Em muitos edifícios, com influência da Arte Nova, para além das patologias comuns a todas as construções (problemas de humidades, fissuração etc.), é frequente encontrar elementos em pedra calcária fracturados devido aos espigões de ferro oxidado meteorizados e com crustas negras. Os gradeamentos em ferro forjado encontram-se partidos e oxidados, os rebocos e os azulejos estão fissurados e em muitas situações a destacar-se.

Em jeito de ilustração salienta-se o edifício “Quatro estações”, onde se observa um acentuado abandono, clamando uma intervenção urgente a fim de evitar a ruína. É um edifício privado mas de interesse municipal e a sua designação deve-se ao conjunto de painéis azuis e brancos ilustrativos das estações do ano que revestem integralmente a sua fachada. O Inverno e o Outono são representados no rés-do-chão, o Verão e a Primavera no primeiro piso.

Em contrapartida, refere-se que existem edifícios de grande valor patrimonial que foram sujeitos a obras de requalificação e que estão hoje em actividade, cumprindo com as novas

exigências. Como exemplares temos a casa do Major Pessoa, Fábrica Centro Ciência (Figura 5), Quartel da GNR (Figura 6) e o Antigo edifício militar (Figura 7). Contudo no Distrito observa-se um progressivo abandono das construções em adobe desprovidas de perspectivas de utilização futura [17].



Figura 5 – Fábrica Centro Ciência [17]



Figura 6 – Quartel da Guarda Nacional Republicana [17]



Figura 7 – Antigo Edifício militar [17]

2.5. Comportamento da construção em adobe face á acção sísmica

As construções em terra são comuns em muitas regiões do Mundo onde a perigosidade sísmica é relativamente elevada, como na América Latina, África, Ásia (particularmente na Índia), Médio Oriente e Sul da Europa. A Figura 8 ilustra as zonas onde a perigosidade sísmica é evidente e, por observação da Figura 3, confirma-se a coincidência [12].



Figura 8 – Distribuição das zonas com actividade sísmica com intensidades altas e moderadas [12].

Os diversos sismos que afectaram a construção em terra demonstram a vulnerabilidade sísmica que existe associada a este tipo de construção quando não é devidamente reforçada. Vejam-se os sismos ocorridos em El Salvador, em Janeiro e Fevereiro de 2001; em Bam, no Irão, em 26 de Dezembro de 2003, arruinando o histórico Arg-é-Bam; e no Perú, o terramoto de 1970 de Huaraz, e os que fustigaram Itália, Turquia, China, Índia, Chile, Guatemala e Nicarágua [23].

O distrito de Aveiro fica localizado numa região de perigosidade sísmica moderada e onde a natureza dos solos de fundação é geralmente mole. Assim, eventuais sismos que flagelem a região poderão ser consideravelmente amplificados, causando graves danos nas estruturas [24].

Historicamente, o desempenho das estruturas em adobe durante os movimentos sísmicos é muito débil, devido à sua fraca capacidade de resistência à tracção e ao seu comportamento frágil. Também é importante referir que o processo de envelhecimento e os factores ambientais tornam as construções ainda mais vulneráveis às acções dinâmicas. A elevada vulnerabilidade é essencialmente devida à ausência das ligações adequadas entre as várias partes: paredes, pavimentos, cobertura [24].

As estruturas, quando sujeitas a um sismo, são principalmente afectadas por forças horizontais que solicitam as paredes de alvenaria à flexão e corte. Por observação da Figura 9 conclui-se que

o modo de rotura mais frequente é caracterizado pelos movimentos da totalidade ou de parte da parede para fora do seu plano, conduzindo à formação de fissuras na intersecção de paredes. Após a formação das fissuras, a ocorrência de grandes deslocamentos para fora do plano da parede conduz à desintegração total de paredes, queda de cunhais e dos tectos e ainda o potencial colapso do telhado por falta de apoio, sendo que, em muitos casos, este tipo de danos leva ao colapso da estrutura de forma muito agressiva [25].

As fissuras caracterizam-se por serem de tracção, corte e flexão. As fissuras de tracção estão associadas à separação vertical entre paredes verticais, causadas pela deficiência da transferência de cargas. Os cunhais são os elementos mais solicitados pela elevada concentração de tensões. As fissuras de corte caracterizam-se por serem diagonais, actuam no plano da parede e provocam neste plano, uma diminuição bastante significativa da rigidez. Nomeadamente são estas fissuras que facultam e potencializam o colapso das paredes para fora do plano. Por último, as fissuras de flexão resultam de solicitações sísmicas e perpendiculares ao plano da parede e podem ser verticais, horizontais ou oblíquas [26].

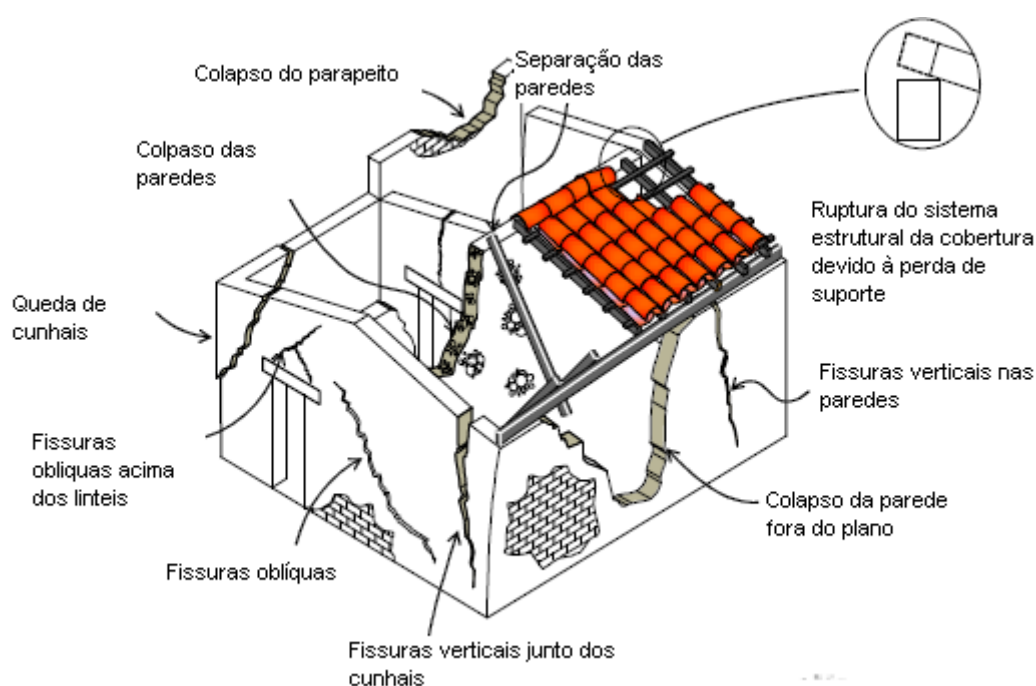


Figura 9 – Modos de rotura típicos em casas de adobe [26].

As principais causas de colapso ou dano estrutural estão associadas a aspectos como: a) propriedades dos materiais constituintes de alvenaria; b) ligação deficiente entre unidades de adobe; c) ligação deficiente entre paredes, paredes/pavimentos, e paredes/ coberturas; d) ligação deficiente entre panos de parede; e) ligação deficiente de elementos secundários à estrutura principal; f) elementos impulsivos (por exemplo: coberturas); g) fundações deficientes;

h) assimetrias e irregularidades; i) substituição de pavimentos e cobertura originais por elementos mais pesados; j) criação de grandes aberturas.

Assim, quanto maiores forem a altura e o peso da construção, menor é a sua capacidade para resistir a forças sísmicas de moderada e elevada intensidade, ficando mais exposta a danos estruturais severos que possam provocar o seu colapso, causando perdas significativas, quer humanas quer materiais. Logo, quanto maiores forem a ductilidade e a capacidade elástica do material, menor terá de ser a resistência duma estrutura [26].

Em geral, as construções em terra não se encontram adequadamente reforçadas para resistir à acção sísmica, nem devidamente conservadas e adaptadas às actuais exigências, sofrendo de anomalias estruturais e não estruturais de vários padrões [27].

O baixo nível de conhecimento das características principais das construções em terra deve-se, em grande parte, à escassa valorização das técnicas tradicionais devido ao desenvolvimento de novas técnicas mais industriais, o que levou à ruptura do conhecimento transmitido de geração em geração, entravando o desenvolvimento de medidas de reforço sísmico [24].

2.6. Recomendações para construir em terra

Após uma avaliação dos danos comuns em construções de adobe, suas causas, e modos de rotura, é possível apontar algumas sugestões de pormenorização e execução das construções de adobe, de forma a garantir menores níveis de vulnerabilidade sísmica.

Sugere-se que as casas sejam de altura reduzida, com apenas um piso, eventualmente com sótão; que a cobertura seja o mais leve possível e convenientemente ligada às paredes e, que a fundação seja firme. A forma do edifício deve ser regular e simétrica, idealmente de planta rectangular e as paredes devem desenvolver-se de forma contínua em ambas as direcções.

Como regras gerais podem-se admitir algumas dimensões geométricas mínimas que as construções em terra devem cumprir para melhorar o seu comportamento sísmico. Por exemplo: as paredes deverão possuir uma altura inferior a sete vezes a sua espessura (com um máximo de 3.5 m) e um comprimento livre inferior a dez vezes a espessura da parede (com um máximo de 5 m). Caso se adoptem comprimentos superiores, é necessário promover contrafortes adicionais pelo exterior. As aberturas deverão possuir uma largura máxima de 1.2 m, com um máximo de um terço do comprimento da parede, e os elementos formados entre aberturas deverão ter uma largura mínima também de 1.2 m. O prolongamento dos lintéis para cada lado da abertura deve possuir um comprimento mínimo de 0.3 m. A espessura mínima das paredes deve ser de 0.4 m, ainda que as paredes de taipa devam ser efectuadas com espessura variável em altura (com um mínimo de 0.3 m de espessura no topo e um alargamento para base no exterior com um declive de 1:12).

As fundações devem ser consideradas, em geral, com uma largura entre uma vez e duas vezes a espessura da parede, dependendo da altura da construção e da qualidade do terreno de

fundação, e com uma profundidade mínima de 0.4 m. Recomenda-se que a fundação seja realizada em alvenaria de tijolo ou pedra, utilizando argamassa com ligante hidráulico. Desejavelmente, deveria ainda existir um plinto realizado na mesma alvenaria com uma altura mínima de 0.30 m acima do nível do terreno, sobre o qual se coloca uma membrana hidrófuga e, em seguida, a construção em terra [19].

2.7. Os obstáculos à construção em terra crua

A terra é um dos materiais mais importantes a ter em conta para a construção sustentável, mas a sua utilização apresenta muitos problemas, entre eles, a associação imediata de pobreza e fragilidade. Assim, a construção em terra crua é pouco valorizada pelo desconhecimento das técnicas, pela falta de pessoal especializado e o estar em desuso aumenta as dificuldades.

Contudo, a opção pela bio-arquitectura tem desenvolvido inúmeras investigações e técnicas, envolvendo arquitectos, engenheiros e vários profissionais, de modo a melhorar tanto a composição de adobes, argamassas; como o reforço face às acções cíclicas, aprofundando as vantagens de isolamento térmico e acústico (dado que as informações são muito escassas quando comparadas com os restantes matérias de construção), tentando, desta forma, integrar-se na crescente discussão técnica e política assente sobre o paradigma do “desenvolvimento sustentável”.

Um problema não menos importante é o aparecimento de propostas inovadoras no mundo da construção e a falta de normalização das mesmas. É fundamental padronizar os métodos de avaliação para facilitar a comunicação e comparação dos resultados obtidos nos variados países, visando a transferência de tecnologia e capacitação de corpo técnico. Ironicamente, um tipo de construção que dura há séculos não está contemplado nos regulamentos actuais e está associado à categoria de “construção não convencional, experimental” e, portanto, não é digna de confiança [28].

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTO DE INSPECÇÃO

- 3.1. Fichas de inspecção
- 3.2. Georreferenciação

Tal como no resto do mundo, em Aveiro, a construção em adobe foi edificada com base na experiência acumulada, transmitida de geração em geração, e apesar da especialização que se atingiu desde a produção dos adobes até às suas próprias técnicas construtivas, muitas destas construções existentes não garantem algumas das exigências funcionais e de conforto compatíveis com as actuais. Nesta perspectiva, urge procurar atingir um nível de conhecimento, profundo, do parque construído em adobe neste distrito (nomeadamente no que diz respeito à sua constituição, dimensões, sistemas estruturais, patologias, estado de conservação), com o objectivo de promover a reabilitação e eventual reforço [16]. Visando contribuir activamente para os objectivos acima expostos, este trabalho teve, como sua primeira fase, o reconhecimento geral do parque construído em adobe no distrito de Aveiro. Para tal, visitaram-se, diferentes locais do distrito onde a construção em adobe existe com expressão significativa, e para recolher informação fotográfica e escrita, necessária ao desenvolvimento do trabalho.

Os locais em estudo foram seleccionados de forma a produzir uma abordagem representativa da realidade das construções no distrito de Aveiro. No distrito, encontram-se materiais, tipologias e sistemas construtivos com características distintas. Mais a Norte (com proximidade à ria de Aveiro) e em construções mais antigas, o adobe é constituído pelas terras barrentas das margens da ria onde cresce junco, apresentando uma coloração mais escura e menor resistência mecânica, consistência e estabilidade; em tempos mais recentes e nesta mesma zona, os adobes utilizados na construção já possuem cal na sua constituição. A Centro e Sul do distrito, o adobe é, para além da cal, constituído também por solos arenosos. No Interior do distrito, as construções são, no geral, em pedra proveniente das serras que, nessas zonas, estão mais próximas [29].

O período de reconhecimento (contacto com pessoas que estão ligadas ou possuem interesse e acesso a este tipo de construção) desenvolveu-se ao longo de três meses, em paralelo com a revisão bibliográfica que suporta este trabalho. O estudo iniciou-se em Fogueira – aldeia pertencente ao concelho de Anadia, situada na zona Sul do distrito – continuando-se no concelho da Murtosa, situado na zona Norte. Considera-se que, para a definição da estratégia de avaliação do nosso objecto deste estudo (parque construído em adobe do distrito de Aveiro), as regiões escolhidas, e atrás mencionadas, são representativas da zona a Norte (proximidade com a ria) e Centro/Sul (interior), respectivamente.

Para melhor concretizar o estudo, foram desenvolvidas um conjunto de fichas de apoio a partir das quais se procedeu à avaliação de edifícios de habitação construídos em adobe, nas zonas já referidas.

Após o levantamento de um número significativo, quinze, construções em adobe, procedeu-se à criação da primeira base de dados, que contempla toda a informação geral dos edifícios, bem como sobre os elementos construtivos avaliados.

3.1. Fichas de inspecção

A inspecção a uma construção baseia-se, essencialmente, numa ou mais visitas ao local (a fim de recolher toda a informação relacionada com o estado da construção e da sua envolvente), acompanhada do levantamento histórico possível que permita datar a estrutura, analisar a sua trajectória, alterações e intervenções decorridas ao longo do tempo, de forma a possibilitar a compreensão do seu comportamento e estado actual. Este levantamento implica, ainda, entrevistas com proprietários e/ou pessoas ligadas à edificação, recolha de elementos históricos (escritos ou fotográficos) e consultas de especialistas. Dependendo do maior ou menor grau de actuação prevista, quer para análise de segurança quer para possível intervenção de reabilitação e/ou reforço estrutural, da inspecção e do diagnóstico de cada construção deve derivar informação acerca das características construtivas e do estado de conservação.

O levantamento de inspecção de cada construção deve permitir concluir sobre o estado de conservação e de segurança, bom como sobre a necessidade de uma eventual intervenção urgente, a nível global ou de reparação/substituição de alguns elementos.

Assim, os aspectos a ter em conta para a realização de uma inspecção, são:

- a) definição geométrica da construção existente;
- b) pesquisa histórica e identificação da função;
- c) realização de esquemas de funcionamento estrutural;
- d) definição dos elementos estruturais fundamentais e caracterização dos materiais;
- e) identificação de todas as patologias com elaboração de um registo fotográfico detalhado e a sua localização em peças desenhadas [30].

Para orientação dos trabalhos de inspecção em cada construção estudada, elaborou-se um conjunto de fichas de inspecção, com o objectivo de recolher informação relativa a:

- a) geometria da construção em análise;
- b) identificação dos materiais constituintes dos elementos construtivos;
- c) interpretação do funcionamento estrutural e avaliação das paredes de fachada e interiores, cobertura, pavimentos, caves, fundações e outros elementos singulares como pilares, abóbadas e escadas;
- d) breve descrição de eventuais intervenções de beneficiação ou outras alterações;
- e) observação da envolvente.

No total foram desenvolvidas dezassete fichas de apoio à inspecção (baseadas em fichas desenvolvidas num projecto anterior [31]) agrupadas em sete grupos, como se descreve no que se segue:

- a) 4 Fichas A – Apresentação, identificação e localização do edifício e informação geral relativa à inspecção.
- b) 3 Fichas B – Identificação dos materiais constituintes do edifício, do(s) muro(s) e do(s) poço(s).
- c) 6 Fichas C – Avaliação dos vários elementos constituintes do edifício (cobertura, paredes de fachada, pavimentos, paredes interiores, tectos, cave, fundações e outros elementos estruturais singulares).
- d) 1 Ficha D – Observação do terreno e da envolvente do edifício.
- e) 1 Ficha E – Intervenções de beneficiação no edifício.
- f) 1 Ficha F – Identificação e avaliação de muros.
- g) 1 Ficha G – Identificação e avaliação de poços.

A versão final das fichas de inspecção, propostas e utilizadas no âmbito deste trabalho, foram obtidas a partir de uma proposta inicial que foi sucessivamente melhorada com base nas dificuldades e necessidades verificadas nas primeiras inspecções.

Seguidamente apresentam-se, de forma sucinta, a forma final de cada uma das fichas de inspecção, indicando-se os dados registados em cada. No anexo I, encontra-se a versão das fichas de inspecção.

- Ficha A0 – Informação geral:
 - data e equipa de inspecção
 - localização das construções
 - nome e contacto do proprietário ou inquilino
 - identificação das construções
 - indicação das fichas preenchidas na inspecção
- Ficha A1 – Identificação do edifício:
 - coordenadas GPS
 - ano de construção
 - período de utilização
 - classificação
 - identificação de eventual interesse arquitectónico
 - implantação
 - estado global de conservação
 - n.º de fachadas com aberturas
 - utilização
 - acessibilidades
 - possibilidade de alteração/mutabilidade

- Ficha A2 – Registo fotográfico (fotos globais da construção, fachadas)
- Ficha A3 – Esboço da planta do edifício.

- Ficha B1 – Identificação dos materiais constituintes das alvenarias de adobe do edifício:
 - unidades de adobe
 - argamassas de junta
 - argamassas de revestimento
- Ficha B2 – Identificação dos materiais constituintes das alvenarias de adobe dos muros:
 - unidades de adobe
 - argamassas de junta
 - argamassas de revestimento
- Ficha B3 – Identificação dos materiais constituintes das alvenarias de adobe dos poços:
 - unidades de adobe
 - argamassas de junta
 - argamassas de revestimento

- Ficha C1 – Avaliação das coberturas do edifício:
 - geometria
 - revestimento e isolamento
 - singularidades
 - estrutura de suporte
 - patologias
- Ficha C2 – Avaliação das paredes de fachada do edifício:
 - estrutura de suporte
 - revestimento
 - patologias

- Ficha C3 – Avaliação dos pavimentos do edifício:
 - estrutura de suporte
 - singularidades
 - revestimento
 - patologias

- Ficha C4 – Avaliação das paredes interiores e tectos do edifício:
 - tectos
 - patologias

- Ficha C5 – Avaliação da cave e fundações do edifício:
 - Generalidades
 - Fundações
 - muros de suporte/contenção de terras

- Ficha C6 – Avaliação de outros elementos estruturais do edifício:
 - arcos ou abóbadas, pilares e escadas

- Ficha D – Observação do terreno e da vizinhança do edifício:
 - terreno
 - edifícios confinantes

- Ficha E – Intervenções de beneficiação no edifício.

- Ficha F – Identificação e avaliação de muros:
 - generalidades
 - função
 - constituição
 - patologias
 - intervenções

- Ficha G – Identificação e avaliação de poços:
 - generalidades
 - função
 - constituição
 - patologias
 - intervenções

A inspecção de uma construção estende-se, em média, durante oito a nove horas, sendo a equipa de inspecção composta por dois técnicos.

Como material de apoio à realização dos trabalhos de inspecção, utilizou-se (Figura 10):

- a) equipamento de segurança (botas, capacete);
- b) caderno, lápis, borracha;
- c) régua, esquadro, transferidor;
- d) máquina fotográfica digital;
- e) fita métrica;
- f) martelo e picareta;
- g) medidor de distâncias Laser;
- h) nível;
- i) fio-de-prumo;
- j) binóculos;
- k) escadas;
- l) receptor GPS;
- m) lanterna.



Figura 10 – Equipamento de apoio às inspecções

As avaliações das construções existentes permitem obter informações precisas sobre os seus sistemas construtivos, estado de conservação e patologias, assim como, num momento posterior, definir as potenciais medidas a adoptar para a sua reabilitação.

3.2. Georreferenciação

A criação de uma base de dados geográfica (Sistema de Informação Geográfica, SIG), como ferramenta de suporte a este projecto permitiu armazenar informação geográfica e alfanumérica relativa às construções inspeccionadas, possibilitando consultas rápidas de informação e sua representação espacial, e desta forma, mostrando a potencialidade da aplicabilidade deste sistema na área de Engenharia Civil.

O SIG é um importante sistema de análise, planeamento, avaliação e decisão (composto por hardware, software, dados geográficos, recursos humanos e metodologias) que visa a captura, o armazenamento, a análise e a representação de porções de resultados de forma georeferenciada [32].

O objectivo da aplicação deste sistema foi, essencialmente, georreferenciar as construções em adobe analisadas, de forma a possibilitar a sua rápida localização geográfica bem como a consulta de todos os seus atributos relativos à informação recolhida nas inspecções, recorrendo ao software *ArcGis*.

Para elaborar a estrutura da base de dados, utilizou-se a cartografia militar à escala 1/ 25 000 em formato JPG e, através da informação disponível no site de internet do Instituto Geográfico Português, IGP (www.igeo.pt), obtiveram-se os limites das zonas de estudo.

Procedimentos adoptados:

1. Criação da *GeodataBase*.
2. Criação do *Dataset* “Construções”.
3. Criação da *FeatureClasse* “Casas em Adobe”.
4. Criação dos atributos da *FeatureClasse* “Casas em Adobe”.
5. Criação do *Dataset* “Informação de Contexto”.
6. Exportação das *Shapfiles* (distrito de Aveiro, Anadia, Murtosa e Vagos) para o feature Dataset anterior (convertidas para o formato *FeatureClasse*).
7. Georreferenciação da cartografia militar 1/ 25 000.
8. Criação do Mosaico das *Ortofotos* para a zona em causa.

O procedimento adoptado para o registo da informação relativa às construções inspeccionadas foi definido de acordo com a sequência que se apresenta nas Figuras 11 à 19:

3. Criação da *Feature Classe* “Casas em Adobe”.

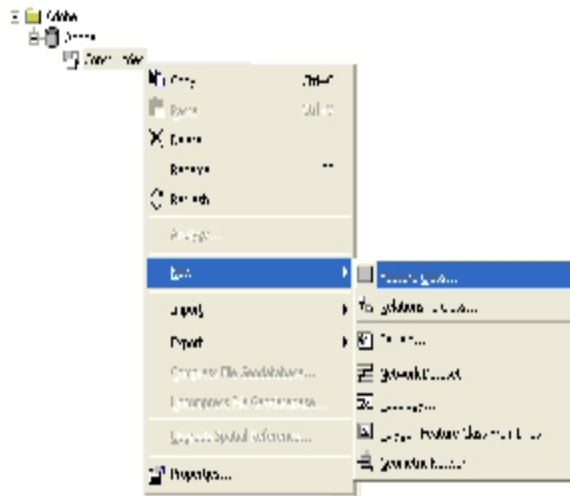


Figura 13 – Feature Class

4. Criação dos atributos da *Feature Classe* “Casas em Adobe”

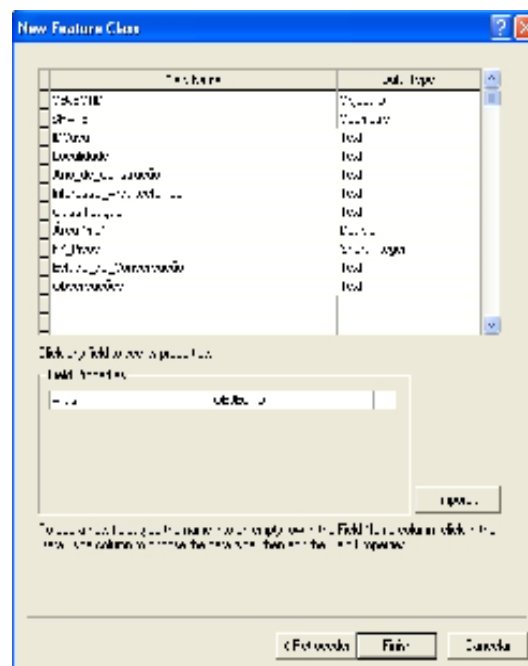


Figura 14 – Atributos da Feature Class

5. Criação do *DataSet* “Informação de Contexto”

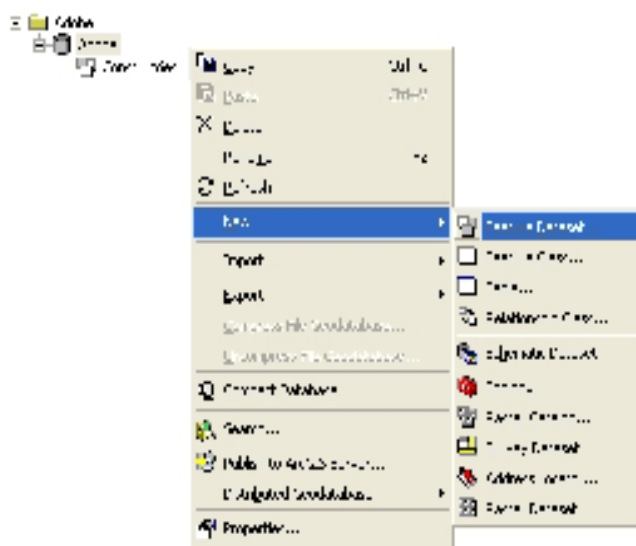


Figura 15 – DataSet

6. Exportação das *Shapefiles*: Distrito de Aveiro, Anadia, Murtosa e Vagos para o *Feature Dataset* anterior (sendo estas convertidas para o formato *Feature Classe*)

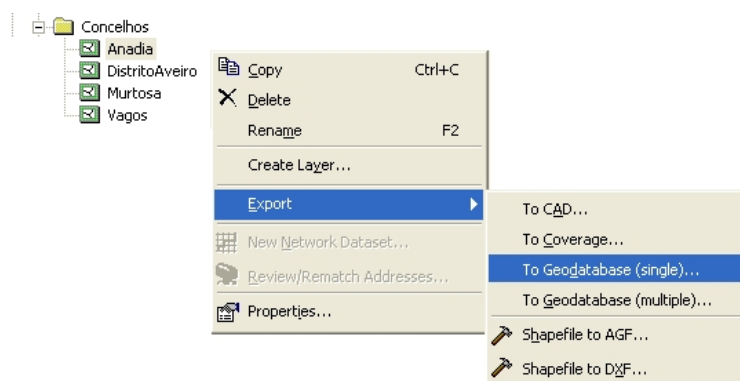


Figura 16 – Exportação das ShapeFiles

7. Georreferenciação da cartografia militar 1/ 25 000

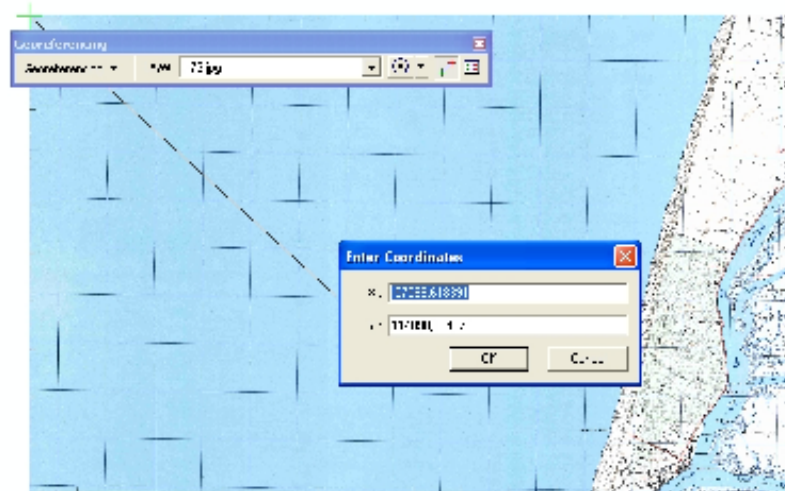


Figura 17 – Georreferênciação

8. Criação do Mosaico das *Ortofotos* para a zona em causa.

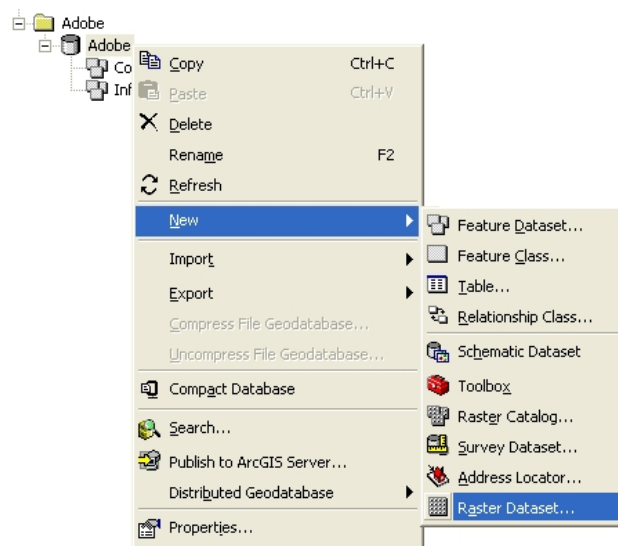


Figura 18 – Raster Dataset

9. Exportação do *Raster* para a *Geodatabase*

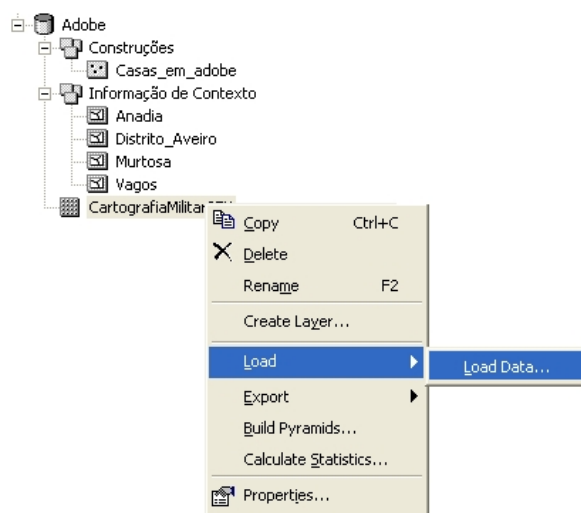


Figura 19 – Exportação do Raster para a Geodatabase

A aquisição dos dados para a *Feature Classe* “Casas em Adobe” foi realizada recorrendo a uma antena de GPS ligada por *Bluetooth* a um computador portátil para a recepção das coordenadas geográficas de cada construção.



Figura 20 – Locais de estudo

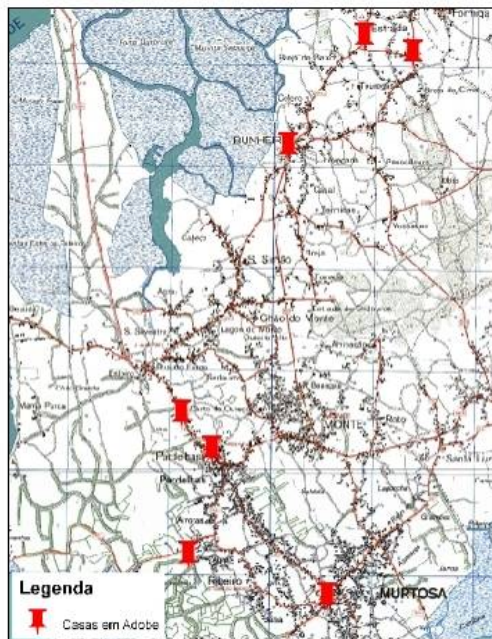


Figura 21 – Georreferenciação das casas em adobe na Murtosa



Figura 22 – Georreferenciação das casas em adobe na Fogueira

CAPÍTULO 4 – CASOS DE ESTUDO

4.1. FOGUEIRA

4.2. MURTOSA

No âmbito deste trabalho de mestrado foram desenvolvidas inspecções sobre construções em dois pontos, Fogueira, freguesia pertencente ao concelho de Anadia, a Sul do distrito de Aveiro, e a Murtosa, a Norte do distrito.

No decorrer do trabalho, foram avaliadas quinze construções: sete no lugar da Fogueira, sete no concelho da Murtosa e uma no concelho de Vagos (a igreja matriz da freguesia Fonte de Angeão). Porém, como o tipo de estrutura desta igreja evidencia aspectos construtivos muito particulares e diferenciados das restantes construções avaliadas, a sua análise não foi inserida nos resultados desta tese devido à discrepância de valores; no entanto, os resultados foram incluídos na base de dados para eventuais análises futuras.

Na Tabela 1 é feita a apresentação e identificação geral das construções analisadas no âmbito deste estudo.

Tabela 1 – Identificação das construções inspeccionadas

Nº edifício	Data de inspecção	Localização			
		Localidade	Concelho	Coordenadas rectangulares, em Datum 73 do IGP	
				M	P
H_013	06-11-2007	Fogueira	Anadia	-30560.939	90562.403
H_014	7 e 10-11-2007	Fogueira	Anadia	-30560.939	90562.403
H_015	23-01-2008	Fonte de Angeão	Vagos	-46071.592	87311.742
H_016	04-03-2008	Murtosa	Murtosa	-44188.207	120510.905
H_017	12-03-2008	Murtosa	Murtosa	-42755.155	118713.948
H_018	17-03-2008	Bunheiro	Murtosa	-43138.313	123144.838
H_019	27-03-2008	Fogueira	Anadia	-30560.939	90562.403
H_020	29-03-2008	Bunheiro	Murtosa	-41913.192	124053.611
H_021	02-04-2008	Fogueira	Anadia	-30650.328	90578.317
H_022	03-04-2008	Fogueira	Anadia	-30466.929	90604.956
H_023	04-04-2008	Fogueira	Anadia	-30599.283	90688.599
H_024	07-04-2008	Fogueira	Anadia	-30502.018	90560.126
H_025	24-04-2008	Bunheiro	Murtosa	-42392.788	124226.449
H_026	25-04-2008	Pardelhas	Murtosa	-43889.054	120163.373
H_027	01-05-2008	Ribeiro	Murtosa	-44125.927	119130.867

4.1. Fogueira

Apesar da vasta pesquisa efectuada sobre a localidade de Fogueira em termos de aspectos históricos, arquitectónicos, etc. (em bibliotecas, na Internet, na Câmara Municipal, na Junta de Freguesia, em contactos com pessoas e diversas outras entidades da região), não foi possível obter informação escrita ou referências bibliográficas sobre o espaço construído.

Consequentemente, a descrição que a seguir se apresenta baseia-se unicamente na observação visual *in loco* das construções existentes na aldeia no âmbito deste trabalho de investigação.

Nesta, as casas são geralmente de construção simples (sem marcas de pormenores construtivos elaborados ou de valor arquitectónico relevante) e a técnica de construção em adobe predomina sobre as outras técnicas de construção tradicional encontradas (Figuras 23 a 29).

Embora sejam constituídos à base de cal, como no resto do distrito, os adobes desta zona apresentam uma coloração amarela forte, denotando uma percentagem de cal inferior à que se pode encontrar nos adobes da Murtosa (Figura 30). Também as areias, extraídas dos areiros locais, aparentam uma granulometria mais grosseira que as desta última localidade.



Figura 23 – Construção H_013



Figura 24 – Construção H_014



Figura 25 – Construção H_019



Figura 26 – Construção H_021



Figura 27 – Construção H_022



Figura 28 – Construção H_023



Figura 29 – Construção H_024



Figura 30 – Adobe de Cal (construção H_024)

4.2. Murtosa

Murtosa é uma vila situada na faixa litoral de Portugal, na região de Aveiro; enquanto concelho, está dividida fisicamente em duas partes pelo braço da ria de Aveiro e confina com os concelhos de Ovar, de Estarreja, de Albergaria-a-Velha e de Aveiro.

Na região de Murtosa, cujos habitantes se dedicam principalmente à agricultura e à pesca, os factores morfológicos e o clima contribuíram para uma optimização da construção em terra, com grande disponibilidade de materiais e boas condições para a sua manufactura [29].

A arquitectura “murtoseira” tem, como uma das suas construções típicas, a chamada “casa alpendre” – caiada, apresentando uma fachada virada a sul, com jardim, horta, poço e alpendre murado com duas colunas e telha mourisca. Outro estilo tradicional da região (embora de menor grandeza), é a “casa da Agra” (Figura 38), que segue as linhas arquitectónicas da “casa alpendre” e possui oratório interior.

Estas tendências e estilos arquitectónicos sofreram progressivas transformações ao longo dos tempos, devidas, em primeiro lugar, à “grande fecundidade da mulher murtoseira”, e, mais tarde, à emigração da população murtoseira para o Brasil, Estados Unidos da América e Venezuela. Embora seja fenómeno comum a todo o distrito, a emigração regista a sua maior taxa em Murtosa, possivelmente por se tratar de um concelho essencialmente piscatório e agrícola.

De uma forma geral, é possível afirmar que as habitações deste concelho são caracterizadas por formas simples, mas com muitos pormenores arquitectónicos particulares.

Nas moradias dos emigrantes, do princípio do século XX, o espaço entre a fachada do edifício e o muro apresentava, geralmente, espécies arbóreas baixas permitindo a visibilidade total. Ao lado da casa, numa área relativamente vasta, podem encontrar-se grandes árvores em canteiros que definem, entre eles, caminhos irregulares de terra batida. Os muros eram rematados por gradeamentos e fachadas, com portões de ferro forjado bastante trabalhados, com a função ambígua de defender o proprietário e de, simultaneamente, expor a sua riqueza.

Nas moradias americanas da época vitoriana, eram colocados elementos decorativos nas cumeeiras, como por exemplo, uma agulha no telhado, um cata-vento ou águias de asas abertas, o que as tornava mais altas e, as ligava ao céu (Figura 31).



Figura 31 – Pormenor dos elementos decorativos do telhado (construção H_025)

As casas construídas pelos “brasileiros” possuem tipicamente rés-do-chão e primeiro andar, apresentam linhas horizontais e telhados de quatro águas. Ostentando riqueza, têm a forma de chalés em projectos arquitectónicos de vários volumes, com torres, com cercadas e com mirantes, sendo, por vezes, rodeadas de jardins onde, frequentemente, manam laços e grutas artificiais (Figuras 32 a 37).

Através da observação destas casas, é possível identificar-se a existência de uma organização no espaço na forma, na cor, no material e no espaço, muito diferente das construções tradicionais correntes [33].



Figura 32 – Construção H_016



Figura 33 – Construção H_017



Figura 34 – Construção H_018



Figura 35 – Construção H_020



Figura 36 – Construção H_025



Figura 37 – Construção H_026



Figura 38 – Construção H_027

Antigamente, as paredes-mestras eram construídas por blocos de adobe de barro, ligados por argamassas de cal e areia.

Este adobe era manufacturado, com terras barrentas das margens da ria onde cresce o junco, contendo uma considerável percentagem de argila (Figura 39). Este tipo bloco de adobe é muito frágil quando exposto à acção da água, encontra-se sempre protegido por revestimentos [29].

Nas construções mais recentes foi utilizado o adobe de cal (Figura 40), que se apresenta geralmente com menores dimensões e cor esbranquiçada ou amarelada, conforme o tipo de terra

usada na sua produção, possuindo maior durabilidade e capacidade resistente. Estas melhores características de durabilidade e de resistência devem-se à adição de cal.



Figura 39 – Adobe de Barro (construção H_026)



Figura 40 – Adobe de Cal (construção H_020)

As fracas características de aderência da argamassa de revestimento aos adobes de barro tornou indispensável o desenvolvimento e utilização de uma solução de ligação, que popularmente se designam por malhetes (Figura 41). Geralmente estes malhetes são constituídos por material cerâmico ou pedra xistosa, agregados com argamassa de terra e distribuem-se entre os adobes em toda a parede [33].



Figura 41 – Malhetes (construção H_027)

CAPÍTULO 5 – CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

- 5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS
- 5.2. PAREDES EXTERIORES
- 5.3. PAREDES INTERIORES
- 5.4. REVESTIMENTOS DE PAREDES
- 5.5. REVESTIMENTOS DE TECTOS
- 5.6. PAVIMENTOS
- 5.7. COBERTURAS
- 5.8. ESCADAS
- 5.9. CAVES E FUNDAÇÕES
- 5.10. OUTROS ELEMENTOS

Neste capítulo serão analisados alguns aspectos gerais sobre as construções em adobe avaliadas no âmbito deste trabalho; e serão analisados os diferentes elementos constituintes, estruturais e não estruturais, tais como as paredes exteriores, as paredes interiores resistentes e não resistentes, revestimentos de paredes e tectos, pavimentos, coberturas, escadas, fundações e ainda outros elementos: pilares, arcos. Será ainda feita uma breve referência às cantarias e caixilharias destas construções.

5.1. Considerações gerais

Em primeiro lugar e sobre as construções em adobe estudadas, eduzem-se algumas considerações, nomeadamente: ano de construção e ano de abandono; número de pisos; tipo e áreas de implantação, pés-direitos e altura total das construções.

Na Tabela 2, apresenta-se o ano de construção e de abandono, de cada uma das 14 construções estudadas, concluindo-se que a década de 90 regista o maior abandono de utilização destas por parte dos proprietários.

Comparando as construções da Murtosa com as de Fogueira, observa-se que as murtoseiras têm, em média, mais um piso que as de Fogueira (devendo-se isso, em grande parte, ao factor económico da região, marcado pelo já referido fenómeno da emigração para o Brasil, Estados Unidos da América e Venezuela) (Figura 42), apresentando, de igual modo, em média maior área de implantação, pé-direito e altura total de construção – o que, mais uma vez, está associado à condição económica dos emigrantes (Figuras 43 a 46).

Tabela 2 – Ano de construção e de abandono

Nº edifício	Localização (concelho)	Ano/Período de construção	Ano/Período de abandono
H_013	Anadia	Final do século XIX	Meados da década de 80
H_014	Anadia	Final do século XIX	2003
H_016	Murtosa	Início do século XX	Final da década de 90
H_017	Murtosa	1935	2000
H_018	Murtosa	a)	Em uso
H_019	Anadia	Década de 50	Em uso
H_020	Murtosa	1904	a)
H_021	Anadia	Década de 20	2000
H_022	Anadia	1962	Em uso
H_023	Anadia	Primeira metade do século XX	Década de 90
H_024	Anadia	Década de 50	Década de 90
H_025	Murtosa	1932	1983
H_026	Murtosa	Século XIX	1998
H_027	Murtosa	1875	Década de 70 ou 80

a) Desconhecido ou não conclusivo

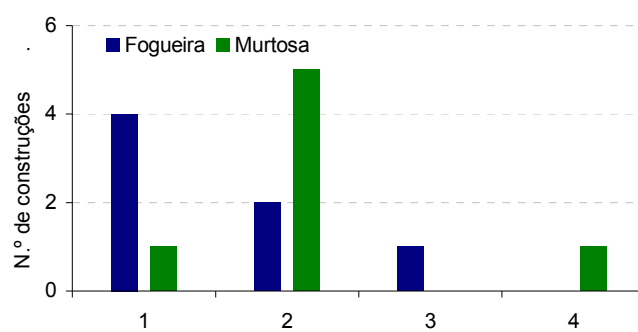


Figura 42 – Número de pisos em cada construção

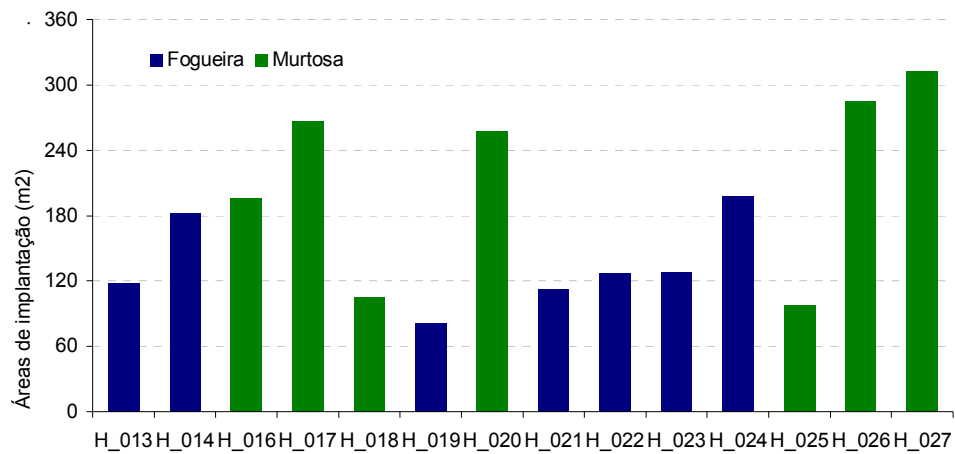


Figura 43 – Área total de implantação

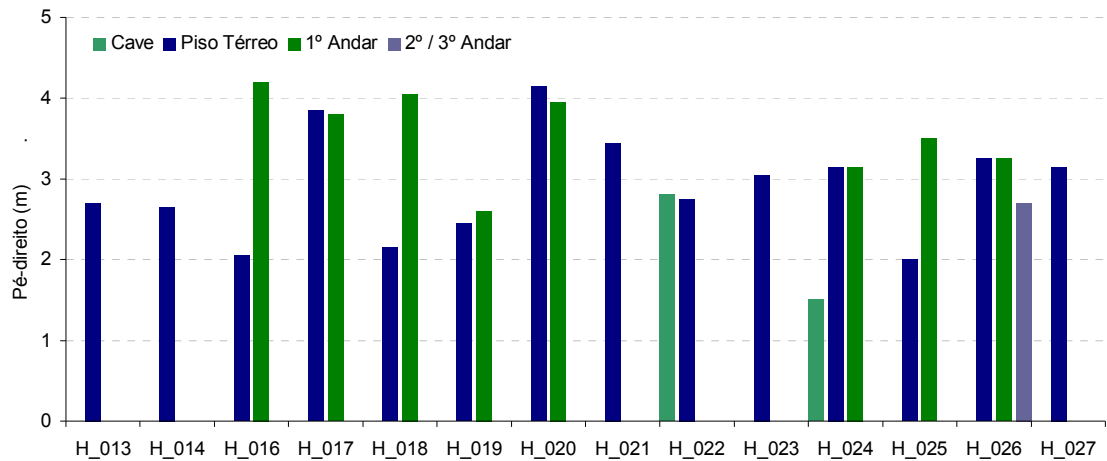


Figura 44 – Pés-direitos

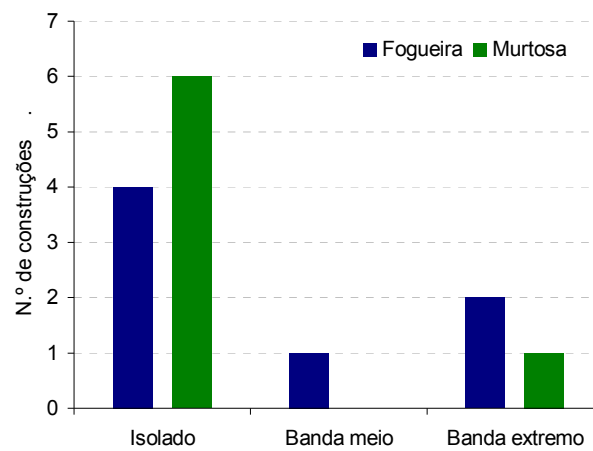


Figura 45 – Implantação

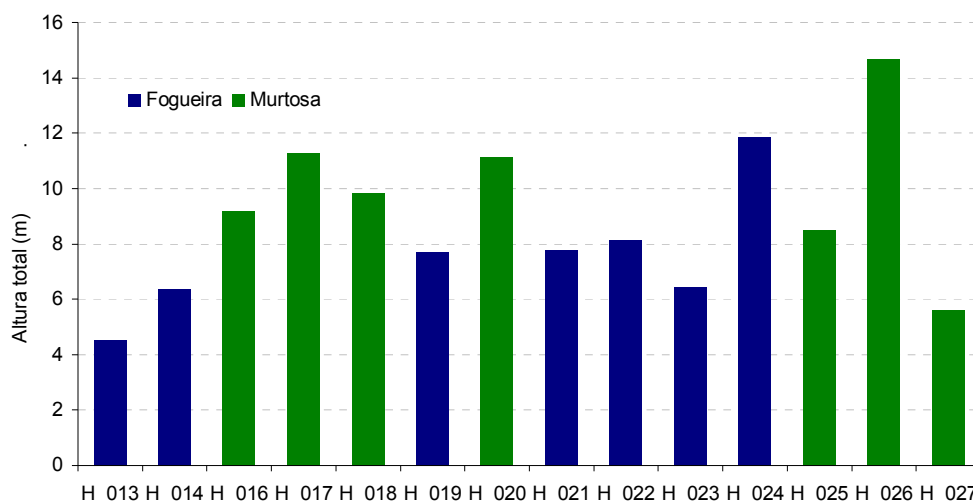


Figura 46 – Altura total das construções

5.2. Paredes exteriores

Ao longo dos tempos e de região para região, as paredes exteriores dos edifícios foram variando tanto na constituição como na forma. No entanto, podemos considerar que, desde a antiguidade até ao aparecimento do betão armado na construção, estas possuem características, propriedades e funções comuns, tais como:

- a) o tipo de materiais e unidades usados;
- b) a capacidade resistente, asseguradas essencialmente pela sua espessura e constituição, face todas as acções a que as construções estão sujeitas, verticais e horizontais.

As paredes antigas são geralmente espessas, não apresentam cortes de capilaridade [34].

A avaliação das paredes exteriores ou de fachada realizada no âmbito deste trabalho consistiu essencialmente na medição das suas espessuras, altura e da distância entre pontos travados destas paredes. É avaliada a vulnerabilidade das paredes através de valores de esbelteza (h/e e d/e , sendo e a espessura das paredes, h a altura e d a distância em planta entre pontos travados da parede) e do modo como é realizada a ligação entre paredes. Toda esta informação é organizada na Tabela 3 e as Figuras 47 à 50 mostram um resumo da avaliação conforme os locais de estudo.

As paredes de fachada dos edifícios estudados apresentam uma espessura mínima de 30 cm e máxima de 65 cm, oscilando a altura entre os 4 m e os 14 m; porém, o tipo de ligação entre paredes, desencontro de juntas, é comum a todas elas. As paredes com maiores espessuras e maior altura surgem nas construções mais nobres do concelho da Murtosa, facto que se

relaciona com o poder económico elevado de famílias de emigrantes nesta região na época em que estas foram construídas. A elevada espessura das paredes tinha como função diminuir a esbelteza, h/e , e desta forma, reduzir o risco de instabilidade por encurvadura. Esta esbelteza tem um valor mínimo próximo de 11 e valor máximo de 31 (este último valor difere dos restantes devido à altura, das respectivas paredes, ser elevada). A esbelteza, d/e , tem um valor mínimo próximo de 5 e valor máximo de 28.

Tabela 3 – Paredes de fachada

Nº edifício	Estrutura de suporte	Espessura – e (cm)	Altura – h (m)	Distância de travamento – d (m)			Esbelteza		Ligação entre paredes
							h/e	d/e	
H_013	Alvenaria de adobe	35	4	2,02	7,94	9,05	11,43	22,69	Desencontro de juntas
H_014	Alvenaria de adobe	35	6	2,10	4,11	6,06	17,14	11,74	Desencontro de juntas
H_016	Alvenaria de adobe	63	7	0,95	3,28	5,28	11,11	5,21	Desencontro de juntas
H_017	Alvenaria de adobe	50	8	2,44	4,51	7,39	16,00	9,02	Desencontro de juntas
H_018	Alvenaria de adobe	50	6	1,67	5,96	11,93	12,00	11,92	Desencontro de juntas
H_019	Alvenaria de adobe	38	8	3,35	6,30	9,20	21,05	16,58	Desencontro de juntas
H_020	Alvenaria de adobe	50	9	1,12	5,27	8,13	18,00	10,54	Desencontro de juntas
H_021	Alvenaria de adobe	38	7	1,30	2,90	3,90	18,42	7,63	Desencontro de juntas
H_022	Alvenaria de adobe	45 (piso térreo); 35 (1.º andar)	6	7,11	9,80	12,49	17,14	28,00	Desencontro de juntas
H_023	Alvenaria de adobe	36	4	1,73	3,71	5,63	11,11	10,31	Desencontro de juntas
H_024	Alvenaria de adobe	30	8	1,70	5,43	10,27	26,67	18,10	Desencontro de juntas
H_025	Alvenaria de adobe	50	6	1,29	2,90	3,60	12,00	5,80	Desencontro de juntas
H_026	Alvenaria de adobe	65 (piso térreo); 45 (restantes pisos)	14	1,20	5,52	9,80	31,11	12,27	Desencontro de juntas
H_027	Alvenaria de adobe	37	4	1,59	5,03	9,29	10,81	13,60	Desencontro de juntas

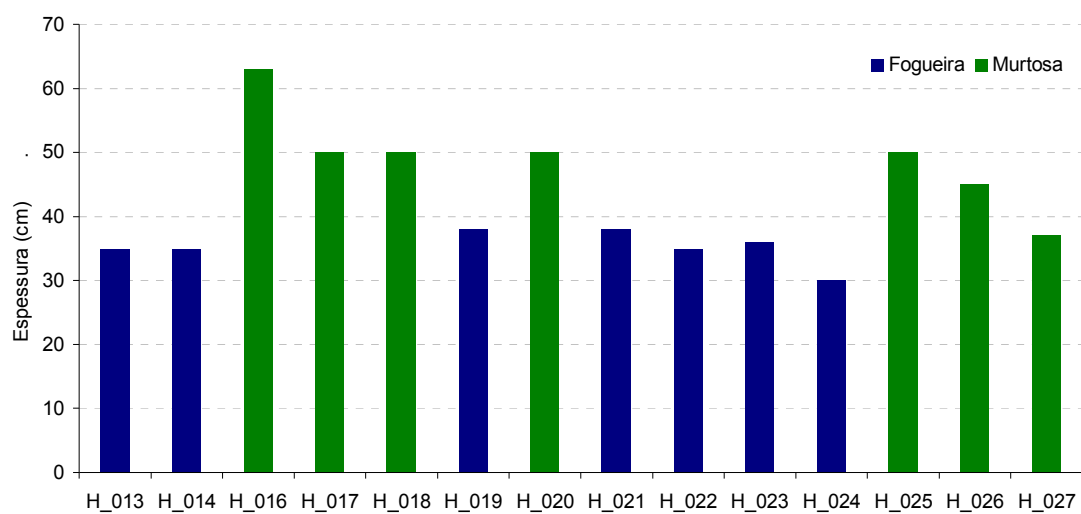


Figura 47 – Espessura das paredes de fachada

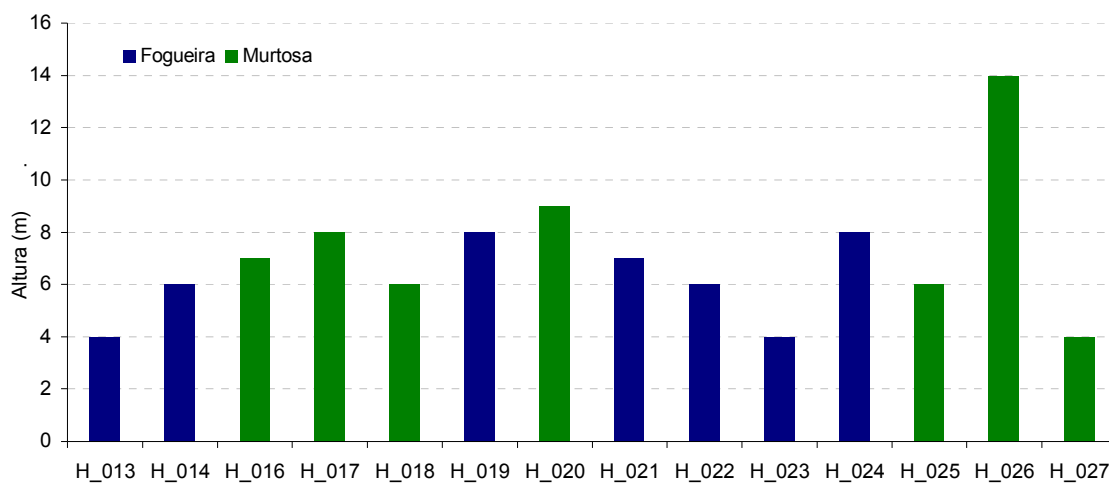


Figura 48 – Altura das paredes de fachada

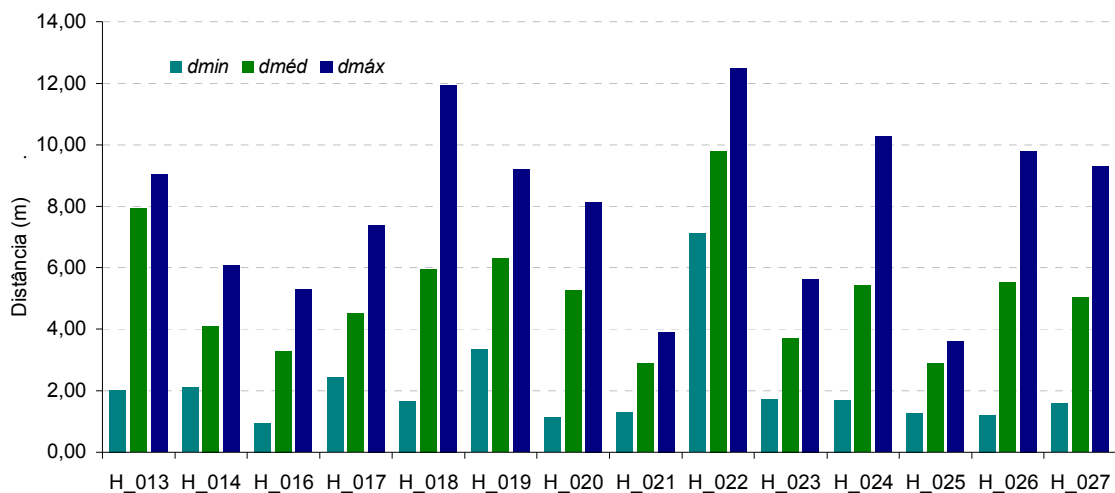


Figura 49 – Distância de travamento das paredes de fachada

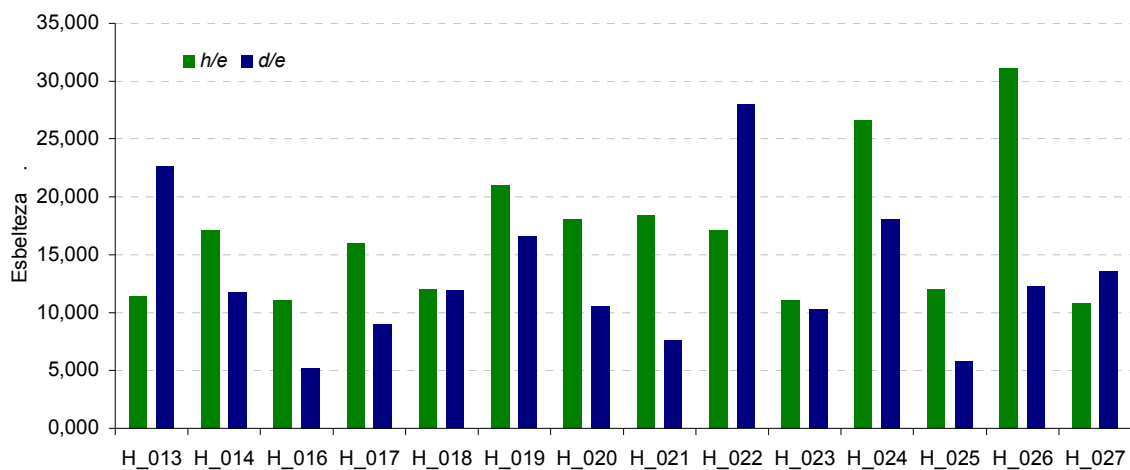


Figura 50 – Esbelteza em paredes de fachada

5.3. Paredes interiores

As paredes interiores tanto podem ser em adobe como em tabique, predominando esta última técnica. O tabique define-se pela pregagem de um fasquiado horizontal sobre tábuas colocadas na vertical, sendo este sistema revestido por um reboco de argamassa de terra e cal.

As paredes interiores em adobe têm normalmente uma função estrutural enquanto que as de tabique assumem tipicamente uma função não resistente, classificando-se como paredes de compartimentação secundária, que assentam nos pavimentos, ou em outras paredes. As paredes interiores não estruturais acabam por assumir, muitas vezes, funções de travamento das estruturas (mesmo que não recebam importantes cargas verticais), mediante a interligação entre paredes, pavimentos e coberturas (Figura 56) [35].

Refere-se que se observou na construção H_024, a existência de paredes em tijolo maciço que assumem um papel importante na estabilidade da estrutura. O mesmo não se verificou nas construções H_014, H_018, H_019 e H_022, onde a alvenaria de tijolo encontrada se deve a posteriores intervenções de melhoramento das condições de habitabilidade, sem funções estruturais.

As Tabelas 4 e 5 e as Figuras 51 a 55 mostram resultados de avaliações feitas às paredes interiores, como o tipo de estrutura de suporte, o revestimento empregue, a espessura, a altura, as distâncias de travamento, a esbelteza. Verifica-se que as paredes interiores em adobe apresentam uma espessura média de 25 cm, e as paredes interiores em tabique de 10 cm. A distância de travamento média é de 4 m e a esbelteza é aproximadamente 21.

Tabela 4 – Paredes interiores estruturais

Nº edifício	Estrutura de suporte	Revestimento	Espessura – e (m)	Altura – h (m)	Distância de travamento – d (m)	Esbelteza e / h
H_013	Alvenaria de adobe	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	25	4	4,05	16,00
H_014	Alvenaria de adobe	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	25	6	4,42	24,00
H_016	Alvenaria de adobe	Argamassa de terra e cal.	25	2	3,72	8,00
H_017	Alvenaria de adobe/ Alvenaria de tijolo	Pintura com tinta de água plástica, argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	25/ 7	8	3,26	32,00
H_018	Alvenaria de adobe	Pintura com tinta de água plástica, argamassa de terra e cal.	35	6	1,67	17,14
H_019	...	...	...	...	...	...
H_020	Alvenaria de adobe	Pintura com tinta de água plástica, pintura de cal, argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	27	9	4,52	33,33
H_021	Alvenaria de adobe	Pintura com tinta de água plástica; argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	25	4	3,20	16,00
H_022	...	...	...	...	...	...
H_023	Alvenaria de adobe	Pintura com tinta de água plástica; argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	30	4	4,08	13,33
H_024	...	...	...	...	...	...
H_025	Alvenaria de tijolo	Pintura com tinta de água plástica, pintura de cal, argamassa de terra e cal.	16	6	3,74	37,50
H_026	Alvenaria de adobe	Pintura de cal, argamassa de terra e cal; estuque.	60 (piso térreo); 45 (restantes pisos)	8,6	5,50	19,11
H_027	Alvenaria de adobe	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	36	4	4,65	11,11

Tabela 5 – Paredes interiores não estruturais

Nº edifício	Estrutura de suporte	Revestimento	Espessura – e (m)	Estado de conservação global (1-5)	
				Revestimento	Estrutura de suporte
H_013	Tabique	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	15	2	2
H_014	Tabique/ Alvenaria de tijolo	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	10/ 10	4	4
H_016	Tabique	Argamassa de terra e cal.	15	3	2
H_017	...	...	...	...	...
H_018	Tabique/ Alvenaria de tijolo	Pintura com tinta de água plástica, argamassa de terra e cal.	13/ 13	2	4
H_019	Tabique/ Alvenaria de blocos de cimento/ Alvenaria de tijolo	Pintura com tinta de água plástica, argamassa de cimento e cal sobre argamassa de terra e cal.	18/ 18/ 9	4,5	4,5
H_020	Tabique / Madeira	Pintura com tinta de água plástica, pintura de cal, argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	9/ 1	2	3
H_021	...	...	...	...	...
H_022	Alvenaria de tijolo	Pintura com tinta de água plástica, argamassa de cimento; revestimento cerâmico.	7	5	5
H_023	Tabique	Pintura com tinta de água plástica; argamassa de terra e cal; revestimento cerâmico.	10	1,5	2
H_024	Alvenaria de tijolo	Argamassa de terra e cal.	11	2	2
H_025	...	...	...	...	...
H_026	Tabique	Pintura de cal, argamassa de terra e cal; estuque.	10	2,5	3
H_027	Tabique	Pintura de cal, argamassa de terra e cal.	10	2	2

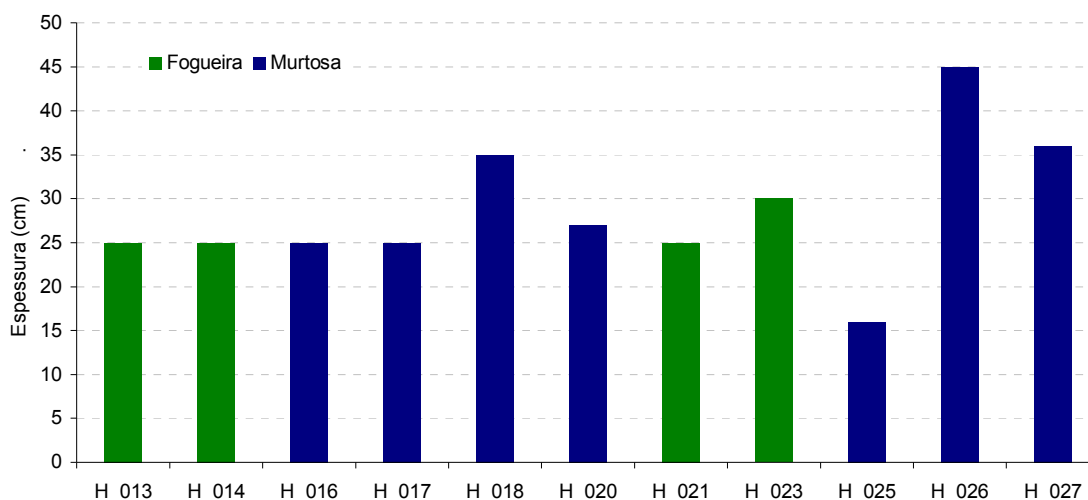


Figura 51 – Espessura das paredes interiores estruturais

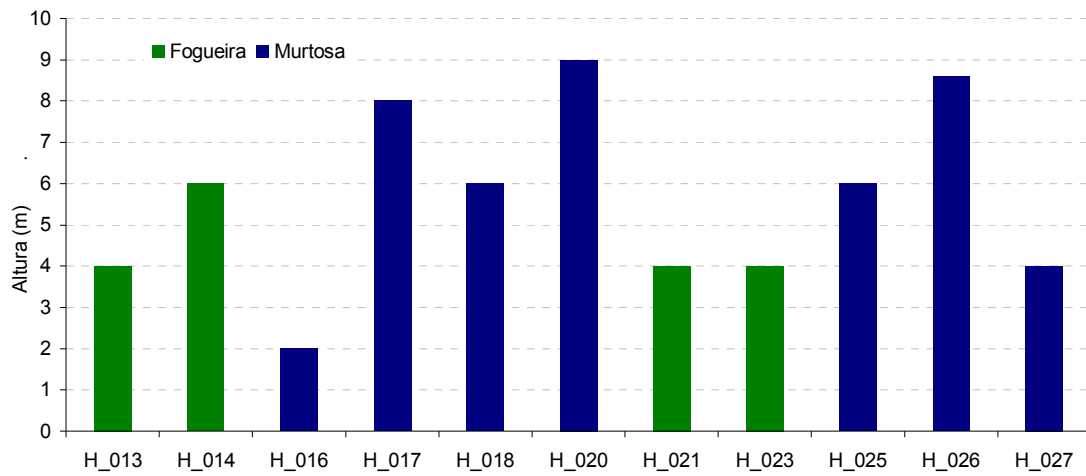


Figura 52 – Altura das paredes interiores estruturais

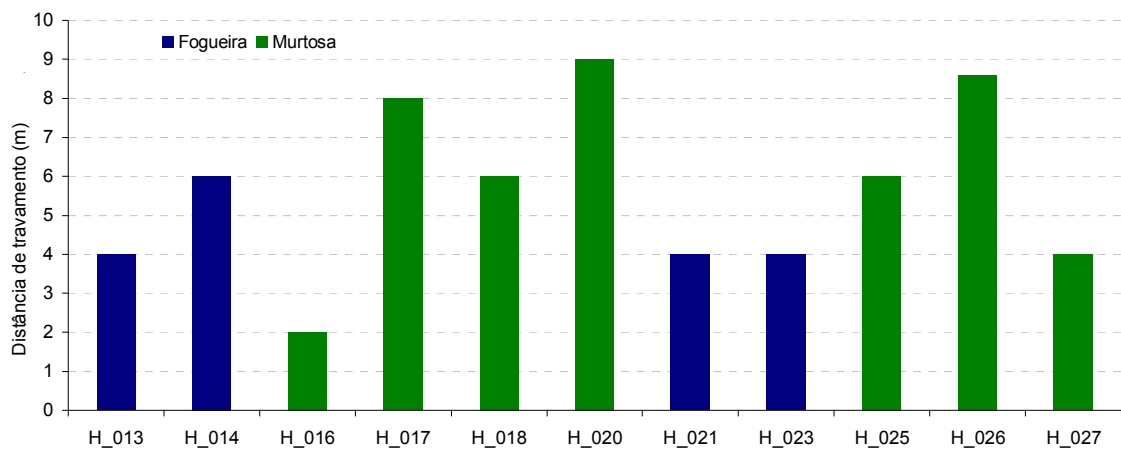


Figura 53 – Distância de travamento de paredes interiores estruturais

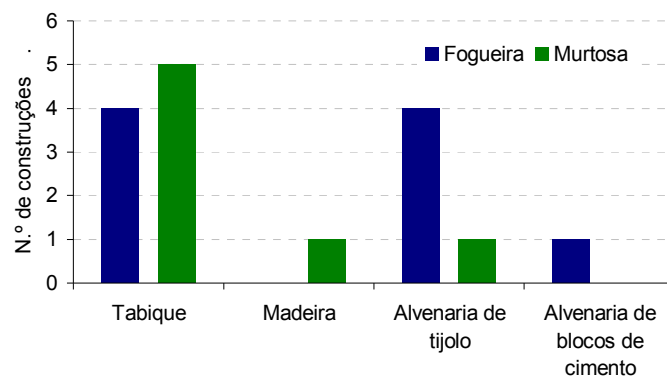


Figura 54 – Estrutura de suporte das paredes interiores não estruturais

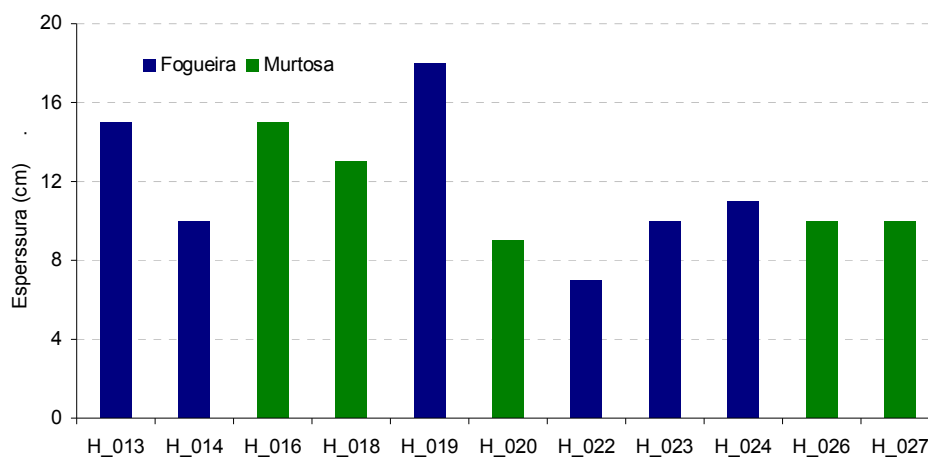


Figura 55 – Espessura das paredes interiores não estruturais



Figura 56 – Parede interior em tabique fasquiado (construção H_016)



Figura 57 – Parede interior em tijolo maciço e furado (construção H_024)

5.4. Revestimentos das paredes

O revestimento de paredes em terra crua é fundamental para o bom funcionamento e durabilidade da parede, devendo ser garantida a compatibilidade com a estrutura de suporte. Os rebocos tradicionais são constituídos por um sistema de camadas de argamassa, à base de cal aérea e areia.

Os revestimentos têm funções estéticas e técnicas. O aspecto estético e a decoração das superfícies podem resultar de diferentes técnicas e apresentar vários tipos. Em termos técnicos, há que garantir que o revestimento cumpre a função de protecção das paredes sobre as quais está aplicado, evitando a sua degradação acelerada. Ele terá de assegurar que a absorção de

água, garantir a saída fácil da humidade no seu interior e possuir propriedades mecânicas compatíveis com as dos seus suportes.

Por outro lado, interessa prevenir a degradação das argamassas constituintes do revestimento, assegurando a sua durabilidade. Para este efeito, há que garantir uma boa resistência aos sais solúveis higroscópicos, uma eficaz evaporação e secagem da água e boas resistências mecânicas [34, 36, 37].

Sobre a camada superficial do revestimento pode aplicar-se um acabamento de superfície, com pintura à base de cal (caiação) e, eventualmente, com pigmentação. A caiação tem a vantagem de não apresentar fissuração mas é deveras favorável à formação de fungos e salitre (Figura 66) [38]. No Concelho da Murtosa, é frequente encontrar-se revestimentos de paredes de fachada em azulejo, devido ao clima húmido e tradição da região (Figuras 67 e 68).

Os acabamentos em paredes interiores podem ainda ser executados em gesso (Figura 69), em azulejo (Figura 70), em madeira ou em pintura de cal com pigmentação de várias cores (Figuras 71 e 72). Na Murtosa, é usual a existência de lambris pintados fingindo mármoreite ou marmoreado (Figura 73).

As Figuras 58 a 65 mostram os valores da análise efectuada às construções estudadas, em termos de argamassas de revestimento de paredes de fachada e paredes interiores, ao tipo de revestimentos empregados nas paredes de fachada e interiores, e ainda uma breve descrição da análise às argamassas de junta.

O emprego de argamassas de cimento, tanto em paredes de fachada como em paredes interiores, e de revestimentos finais, em tinta plástica, devem-se a intervenções recentes e encontram-se essencialmente nas construções de Fogueira, justificado, em parte, pela falta de conhecimentos técnicos.

Na análise feita às argamassas nas construções estudadas, verifica-se que a espessura das argamassas de junta apresenta um valor mínimo de 1 cm e um valor máximo de 5 cm, e que a espessura das argamassas de revestimento exterior apresenta valores superiores aos correspondentes nos revestimentos interiores, devido às condições climáticas a que estão sujeitas.

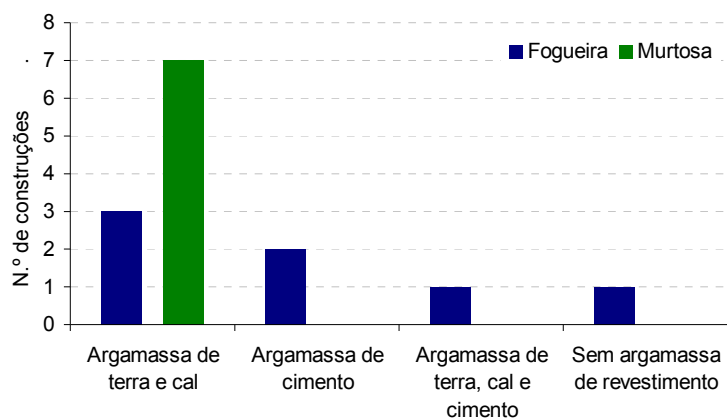


Figura 58 – Argamassas de revestimento das paredes de fachada

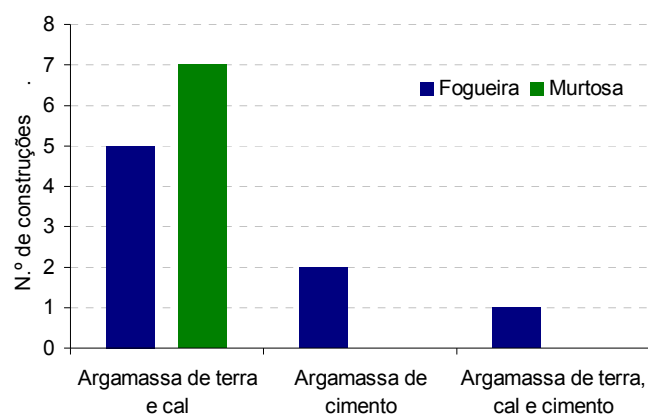


Figura 59 – Argamassas de revestimento das paredes interiores

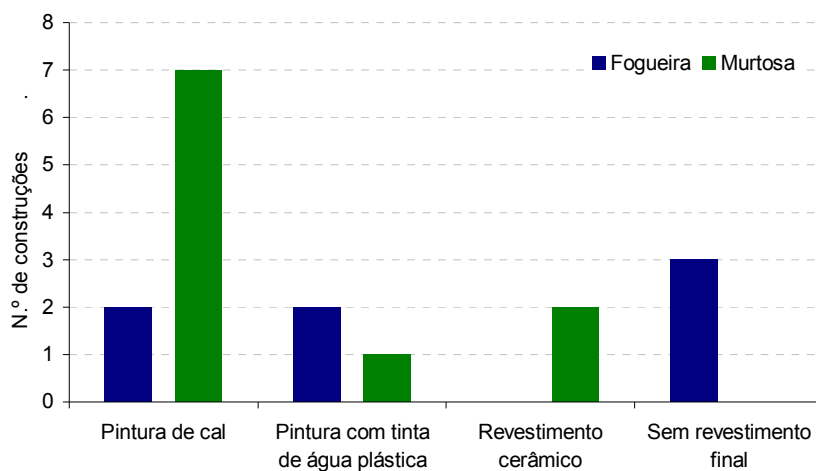


Figura 60 – Revestimento final das paredes de fachada

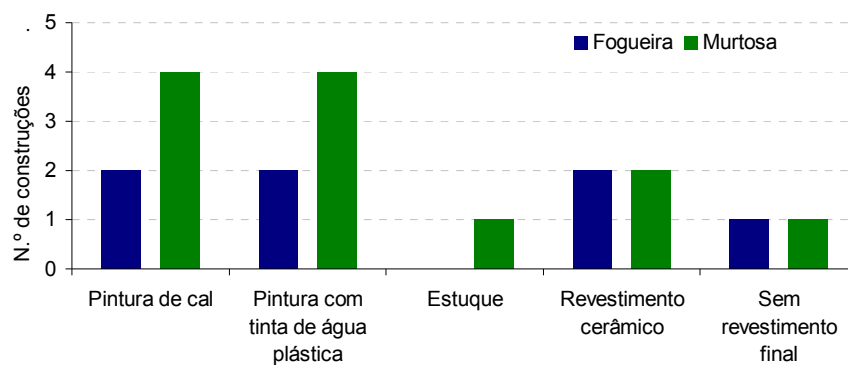


Figura 61 – Revestimento final das paredes interiores estruturais

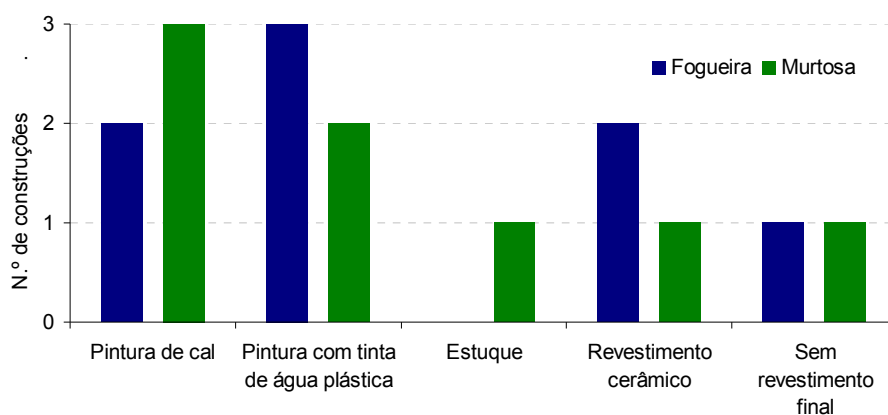


Figura 62 – Revestimento final das paredes interiores não estruturais

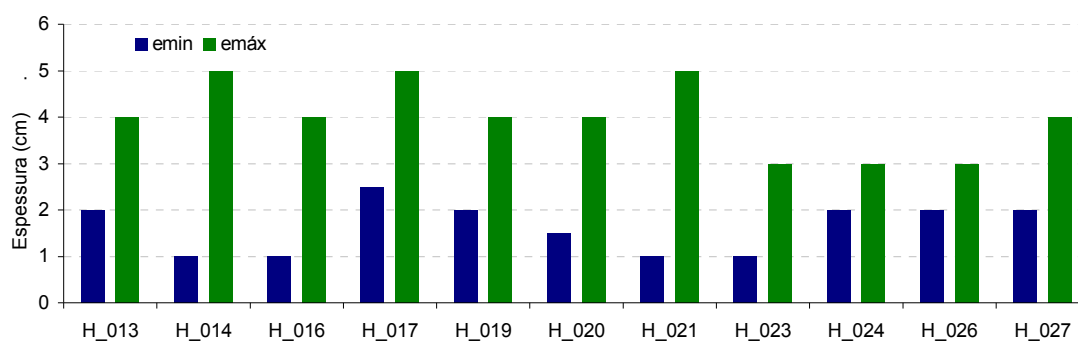


Figura 63 – Espessura das argamassas de junta

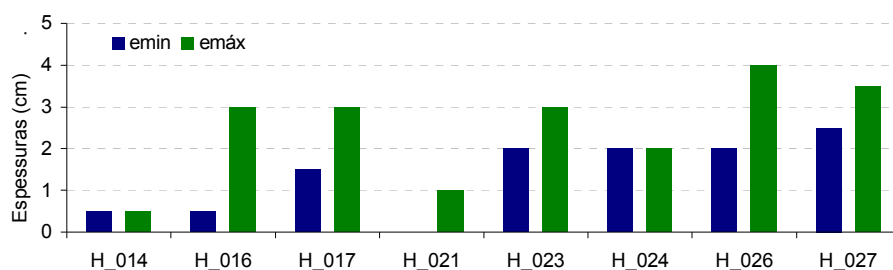


Figura 64 – Espessura das argamassas de revestimento interior

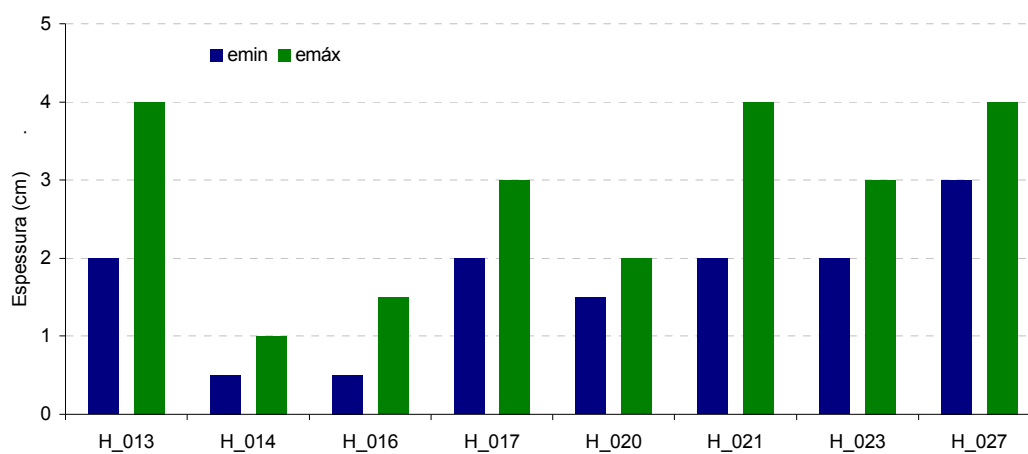


Figura 65 – Espessura das argamassas de revestimento exterior



a) Construção H_024



b) Construção H_026

Figura 66 – Argamassa de revestimento à base de cal



Figura 67 – Revestimento a azulejo
(construção H_020)

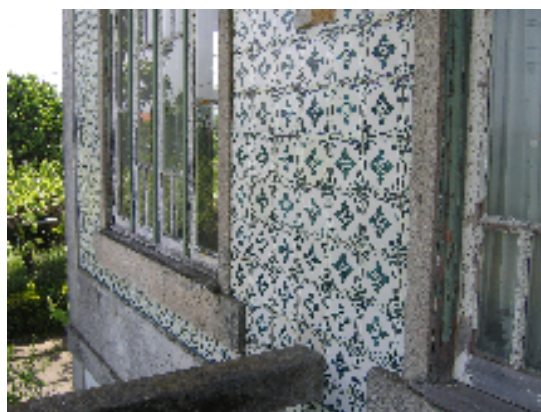


Figura 68 – Revestimento a azulejo
(construção H_025)



Figura 69 – Revestimento em parede interior
ornamentado em estuque (construção H_026)



Figura 70 – Revestimento em parede interior com
azulejo (construção H_026)



Figura 71 – Revestimento em parede interior a
pintura de cal com pigmentação representando
uma paisagem (construção H_025)



Figura 72 – Revestimento em parede interior a
pintura de cal com pigmentação – fingidos
(construção H_025)



Figura 73 – Lambril fingido (construção H_025)

5.5. Revestimentos de tectos

A maior parte da estrutura dos tectos observados classifica-se pela técnica do assentamento de fasquias e pela técnica do vigamento de esteira ordinária, ambas soluções independentes do piso superior. A técnica do assentamento de fasquias (Figura 74) realizava-se em geral com ripas de secção transversal trapezoidal, pregadas na parte inferior das vigas da estrutura de cobertura ou de vigas de suporte dos tectos. As fasquias têm uma espessura de 1,5 ou 1,8 cm com uma largura máxima de 2,0 cm, e são afastadas entre si de 1,0 a 1,5 cm. A técnica do vigamento de esteira ordinária é semelhante à dos vigamentos para pavimentos, com vigas dispostas segundo o menor vão dos compartimentos, com afastamento entre si de cerca de 0,40 m [39].

No que respeita aos revestimentos de tectos, estes são sobretudo em estuque embora se tenha observado a existência de forro em madeira pintado ou envernizado (Figuras 75 e 76). Os tectos estucados são em inúmeros casos verdadeiras obras de arte, muito elaborados, com imagens, rosetas, sancas e outros elementos decorativos (Figura 77) [39]. Apesar do número e características das camadas ser variável, o revestimento estucado é composto por reboco, uma argamassa de cal aérea; emboço, numa espessura de 3 a 5 mm, e por último, o estuque, que é uma pasta ou argamassa de gesso e cal aérea, com cerca de 3 mm de espessura [35].



a) construção H_026



b) construção H_024

Figura 74 – Estrutura de suporte dos tectos



Figura 75 – Tecto com forro em madeira pintado – painéis moldurados (construção H_025)



Figura 76 – Tecto com forro em madeira pintado – Tabuado de saia e camisa (construção H_013)



Figura 77 – Tecto em estuque muito elaborado (construção H_026)

5.6. Pavimentos

A totalidade das construções analisadas possui pavimentos em madeira, geralmente constituídos por vigamento de madeira paralelo numa das direcções, e, sobre este vigamento de menor vão, na direcção transversal, assenta o soalho que é pregado (Figuras 79 e 80). No entanto, em algumas divisões observou-se a existência de pisos com revestimento em mosaico hidráulico (Figura 81) ou marmorite, mas, assentes sempre o soalho e respectivo vigamento em madeira.

Toda a avaliação efectuada está coligida na Tabela 6:

- a) estrutura de suporte;
- b) ligação às paredes;
- c) revestimento;
- d) estado de conservação global da estrutura de suporte, revestimento e respectiva ligação às paredes.

No que respeita às ligações dos pavimentos às paredes, a forma mais simples consiste no apoio do vigamento de madeira em aberturas dispostas nas paredes e com dimensões semelhantes às dos barrotes.

Nas construções estudadas, conclui-se que as ligações parede-pavimento são de facto o aspecto mais crítico, pois a transferência de forças verticais e horizontais é garantida pelo seu grau de conexão. Refira-se a propósito que as condições de apoio simples dos barrotes sobre as paredes, podem potenciar os mecanismos de colapso das paredes para fora do seu plano e ainda a queda parcial do pavimento devido ao desenfiamento dos barrotes nas paredes que os apoiam (Figuras 78 e 79) [41].

Tabela 6 – Pavimentos

Nº edifício	Estrutura de suporte	Ligação às paredes	Revestimento	Estado de conservação global (1-5)		
				Revestimento	Estrutura de suporte	Ligação às paredes
H_013	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2,5	3	3
H_014	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	4	a)	a)
H_016	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	4	3,5	2
H_017	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	3	a)	a)
H_018	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	4,5	4	4
H_019	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	3,5	4	4
H_020	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2,5	2,5	a)
H_021	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2,5	a)	a)
H_022	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira vigas de betão armado.	Soalho Pregado	5	4	4
H_023	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2	a)	a)
H_024	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	3	3	3
H_025	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	4	a)	a)
H_026	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2	1,5	3
H_027	Madeira	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Soalho Pregado	2	2	a)

a) não foi possível observar



Figura 78 – Zona de encaixe do barrote na parede
(construção H_026)



Figura 79 – Estrutura de suporte do pavimento
(construção H_024)



Figura 80 – Soalho pregado (construção H_016)



Figura 81 – Mosaico hidráulico
(construção H_026)

5.7. Coberturas

As coberturas também eram construídas em madeira, com recurso a estruturas simples constituídas por frechais, vigas/madres e varas ou por asnas abertas ou fechadas simples, encontrando-se ainda em muitas situações soluções estruturais simplificadas, algumas delas com comportamento deficiente.

A Figura 85 evidencia um exemplo de solução estrutural muito simples que consiste em vigas principais em madeira, dispostas paralelamente à fachada, e que descarrega sobre as paredes meeiras ou meãs. Na Figura 86, a estrutura é uma asna vulgar, bastante eficiente e amplamente utilizada nos dias de hoje. Os barrotes descarregam sobre um lintel no topo das paredes de fachada e uma viga de cumeeira, que, por sua vez, descarrega na asna. A asna vulgar é constituída por duas escoras que unem as pernas à extremidade inferior do pendural, constituindo um quadro rígido, deste modo, o pendural pode sustentar a linha baixa ou tirante no seu ponto

mais desfavorável. Na Figura 87 a viga de cumeeira descarrega numa estrutura (cangalha ou canga de porco) provida de pernas ou empenas, linha alta e linha baixa. A Figura 87 salienta outros tipos de estruturas de suporte de coberturas observadas nas inspeções realizadas [40].

A inclinação da estrutura é, quase sempre, reduzida, assumindo os sótãos a função de arrumos. A estrutura dos telhados é simples, a telha assenta num ripado, recorrendo, por vezes, a uma argamassa de fixação e travamento. O revestimento usado nas construções mais antigas é telha, Canudo e Marselha, sendo esta última a que predomina (Figuras 84, 88 e 89), no entanto, este tipo de telha tem sido banalizada e substituída por telha Lusa. Na Tabela 7 e Figuras 82 a 84 são expostas informações sobre a estrutura de suporte, o revestimento, a dimensão do beirado, a ligação da estrutura às paredes e os impulsos horizontais sobre as paredes para as construções em análise.

Tabela 7 – Cobertura

Nº edifício	Estrutura de suporte	Revestimento	Beirado (cm)	Ligação às paredes	Impulsos horizontais sobre as paredes
H_013	Vigas/ Madeira	Telha Marselha	30	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Sim (pouco significativos)
H_014	Vigas/ Madeira	Telha Canudo	30	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Sim (pouco significativos)
H_016	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	35	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_017	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	60	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_018	a)	Telha Lusa	60	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	b)
H_019	Vigas/ Metálica	Telha Lusa	40	Apoio dos elementos estruturais metálicos em viga de betão armado existente na parede	Sim
H_020	Asna aberta/ Madeira	Telha Marselha	60	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Sim
H_021	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	35	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_022	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	35	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_023	a) / Madeira	Telha Marselha	50	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	b)
H_024	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	40	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_025	a)	Telha Marselha	40	b)	b)
H_026	Asna fechada/ Madeira	Telha Marselha	70	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Não
H_027	Asna aberta/ Madeira	Telha Marselha	55	Apoio dos elementos estruturais de madeira na alvenaria	Sim

a) não foi possível observar

b) não conclusivo

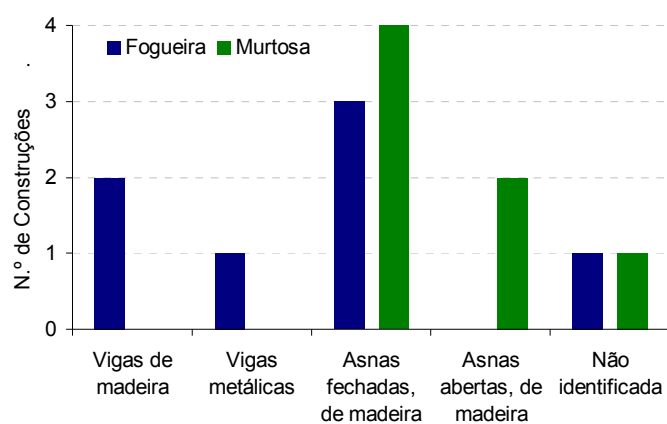


Figura 82 – Estruturas de suporte das coberturas

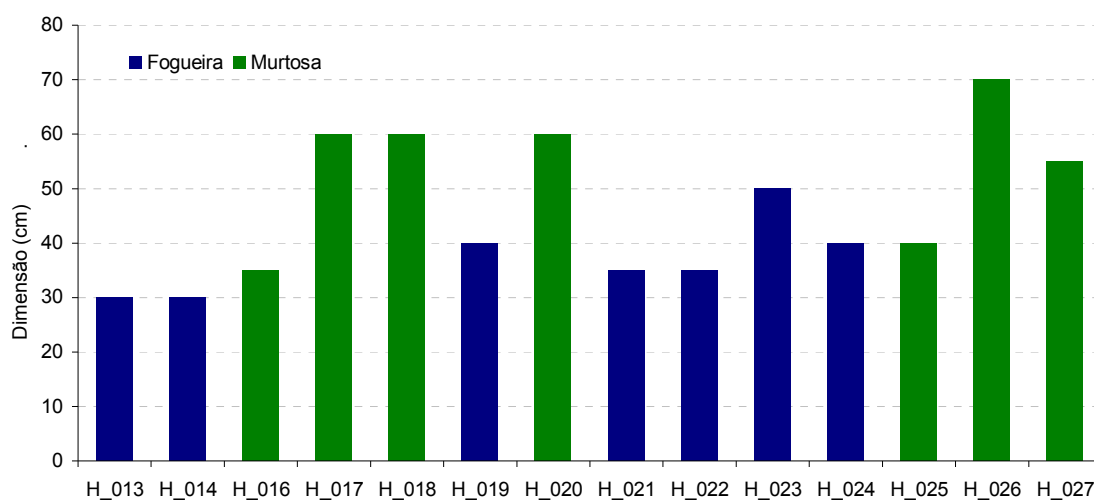


Figura 83 – Dimensão dos beirados

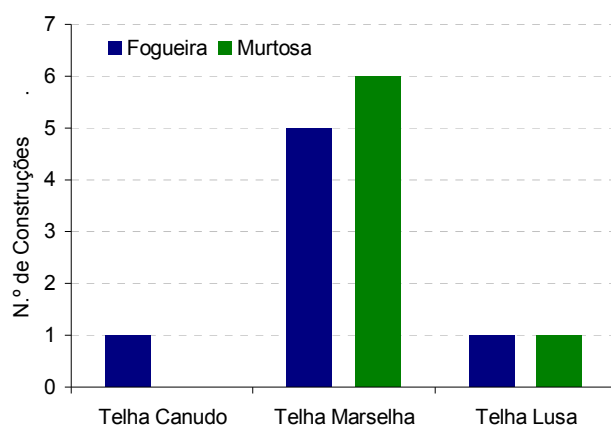


Figura 84 – Revestimentos das coberturas



Figura 85 – Estrutura de suporte (construção H_016)



Figura 86 – Asna vulgar (construção H_021)



a) Outro tipo de estrutura (construção H_013)



b) Cangalha ou canga de porco (construção H_027)



c) Asna sem pendural (construção H_016)



d) Asna à mansarda (construção H_027)

Figura 87 – Outro tipo de estruturas de suporte



Figura 88 – Telha Canudo (construção H_013)



Figura 89 – Telha Marselha (construção H_027)

5.8. Escadas

A Figura 90 mostra a distribuição do número de escadas nas construções estudadas.

As escadas de acesso exteriores são, principalmente, em pedra ou adobe, mas revestidas a pedra, conforme se pode observar na Figura 91. Há também algumas escadas em betão armado, possivelmente construídas em intervenções recentes.

As Figuras 92 a 94, ilustram várias estruturas de escadas em madeira, observadas as inspecções. Na Tabela 8 caracteriza-se as escadas consoante o material constituinte bem como uma avaliação ao seu estado de conservação.

Tabela 8 – Escadas

Nº edifício	Escadas		Estado de conservação global (1-5)
	Existência	Constituição	
H_013	Sim	Madeira	3,5
H_014	Não	...	...
H_016	Sim	Alvenaria de adobe/ Madeira	4
H_017	Sim	Madeira	4
H_018	Sim	Granito/ Madeira	3/ 4
H_019	Sim	Madeira/ Betão armado	5
H_020	Sim	Madeira	2
H_021	Sim	Madeira	2,5
H_022	Sim	Betão armado	4
H_023	Não	...	...
H_024	Sim	Betão armado/ Madeira	3,5/ 3
H_025	Sim	Betão armado/ Madeira	3
H_026	Sim	Madeira	3
H_027	Sim	Madeira	2,5

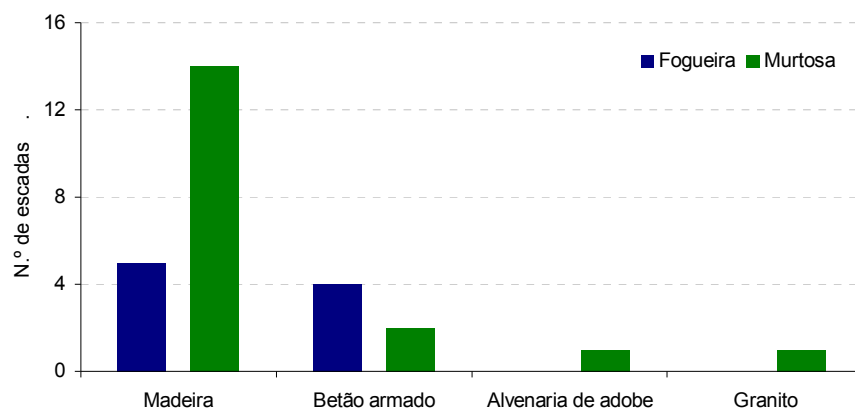


Figura 90 – Constituição das escadas



Figura 91 – Escadas exteriores em adobe com revestimento em pedra (construção H_016)



Figura 92 – Escadas interiores em madeira (construção H_017)



Figura 93 – Escadas interiores em madeira (construção H_026)

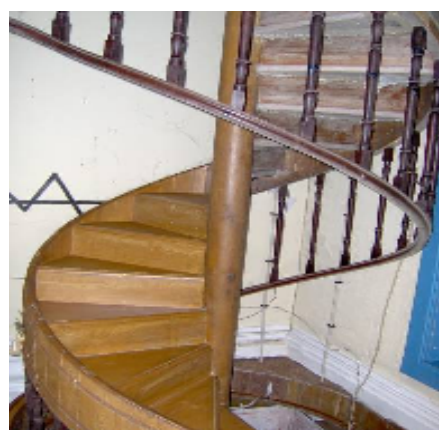


Figura 94 – Escadas interiores em madeira (construção H_026)

5.9. Caves e Fundações

Neste tipo de construções, não é comum o uso de caves. A construção H_024 é uma excepção possuindo um piso semi-enterrado com uma altura de pé-direito de 1,50 m, sem revestimento e sem indícios de funcionar como local de arrumos. As fundações e base das paredes, que foi possível observar, eram executadas em alvenaria de adobe (Figura 96) ou de pedra (Figuras 97 e 98). A descrição mais detalhada do sistema de fundações é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 – Caves e sistema de fundações

Nº edifício	Nº de pisos enterrados	Fundações
H_013	0	Alvenaria de Pedra
H_014	0	Alvenaria de Pedra
H_016	0	a)
H_017	0	a)
H_018	0	a)
H_019	0	a)
H_020	0	Alvenaria de Adobe
H_021	0	a)
H_022	1 (semi-enterrado)	Alvenaria de Pedra
H_023	0	a)
H_024	1	Alvenaria de Adobe
H_025	0	Alvenaria de Adobe
H_026	0	Alvenaria de Pedra
H_027	0	Alvenaria de Pedra

a) não foi possível observar

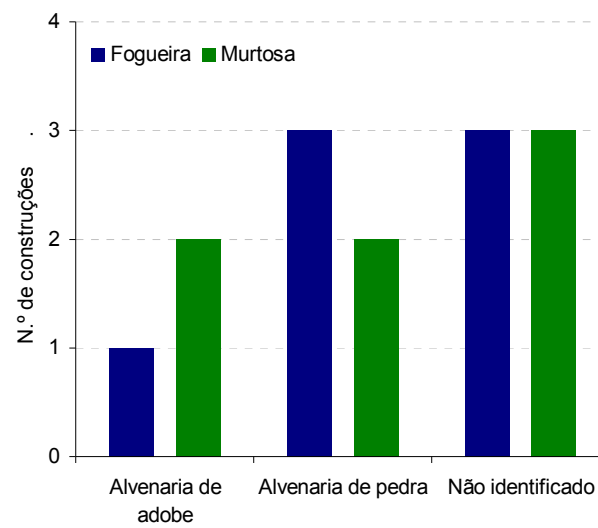


Figura 95 – Constituição do sistema das fundações



Figura 96 – Fundação em adobe
(construção H_025)



Figura 97 – Fundação em alvenaria de pedra
(construção H_026)



Figura 98 – Fundação em alvenaria de pedra (pedra de Eirol) (construção H_027)

5.10. Outros Elementos

Nas construções em adobe é usual recorrer a soluções estruturais e construtivas simples. No que respeita às aberturas, e de forma a vencer os seus vãos e com adequada distribuição das cargas nos elementos estruturais, é frequente encontrar arcos sobre estas aberturas (Figuras 99 a 105).

Em algumas das construções observou-se a existência de outros elementos estruturais, como pilares constituídos em betão armado resultantes de intervenções recentes. Apenas na construção H_023, os pilares eram constituídos por blocos adobes (Figuras 101 e 102).

As caixilharias são tipicamente em madeira pintadas a tinta a óleo.

As portas interiores e portadas de janelas são também em madeira (Figura 106). Algumas das construções mais ricas apresentam cantarias, geralmente em granito, que servem de ornamentação ou em situações excepcionais são elemento estrutural (Figura 107).

Nas tabelas 10 e 11, resume-se a informação relativa aos arcos e pilares, respectivamente.

Tabela 10 – Arcos

Nº edifício	Arcos		
	Existência	Constituição	Estado de conservação global (1-5)
H_013	Sim	Alvenaria de adobe	3,5
H_014	Não	...	...
H_016	Não	...	...
H_017	Não	...	...
H_018	Não	...	...
H_019	Não	...	...
H_020	Não	...	...
H_021	Não	...	...
H_022	Não	...	...
H_023	Sim	Alvenaria de adobe	3
H_024	Sim	Alvenaria de adobe / Alvenaria de tijolo	4
H_025	Sim	Alvenaria de adobe	5
H_026	Sim	Alvenaria de adobe	4
H_027	Não	...	...

Tabela 11 – Pilares

Nº edifício	Pilares		
	Existência	Constituição	Estado de conservação global (1-5)
H_013	Sim	Madeira	3,5
H_014	Sim	Madeira	4
H_016	Não	...	...
H_017	Não	...	...
H_018	Não	...	...
H_019	Sim	Betão armado	4
H_020	Não	...	...
H_021	Sim	Betão armado	4
H_022	Sim	Betão armado	4
H_023	Sim	Alvenaria de adobe	3
H_024	Sim	Betão armado	4
H_025	Sim	Betão armado	3
H_026	Não	...	...
H_027	Sim	Granito/ Madeira	4/ 3

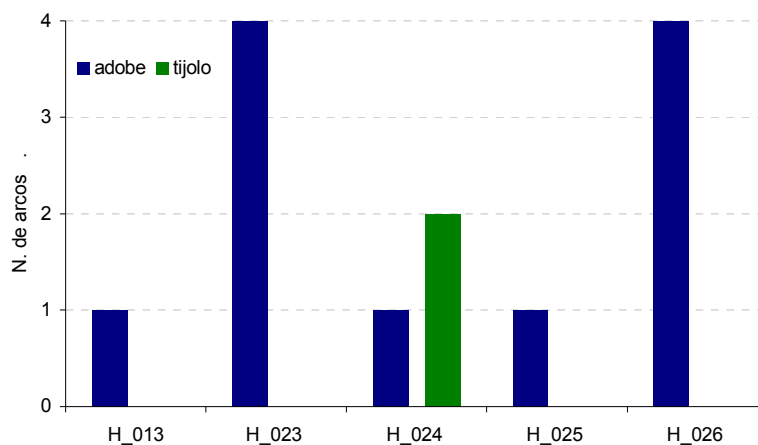


Figura 99 – Constituição dos arcos

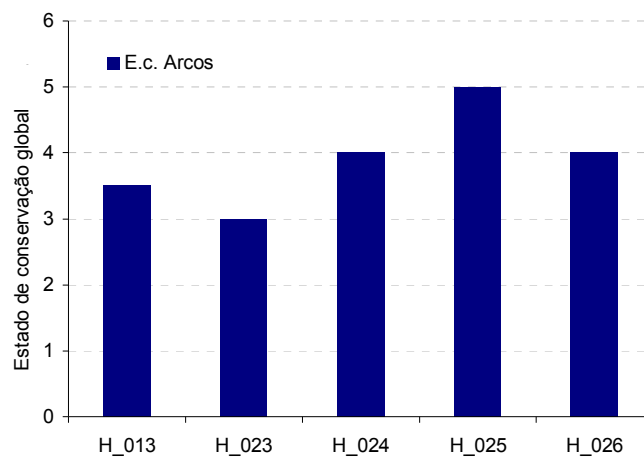


Figura 100 – Estado de conservação global dos arcos

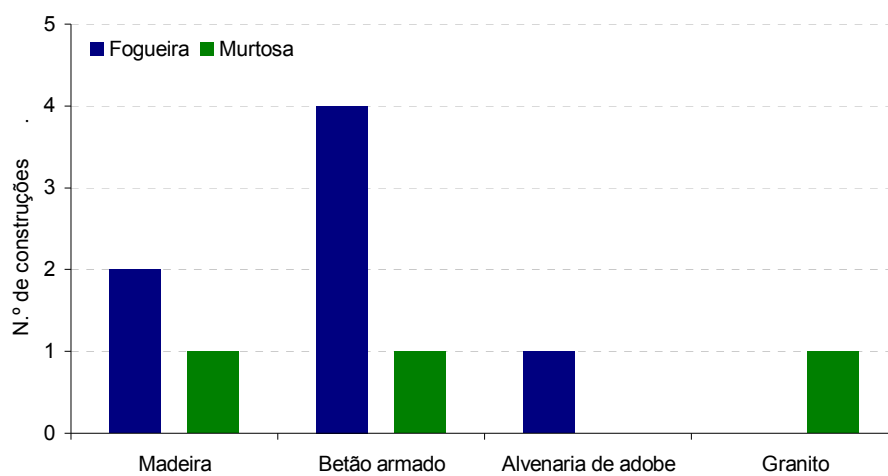


Figura 101 – Constituição dos pilares

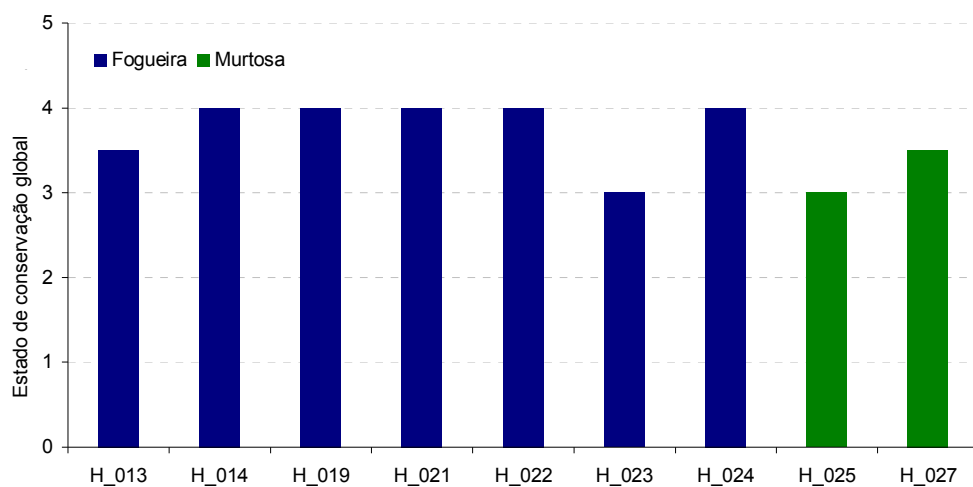


Figura 102 – Estado de conservação global dos pilares



Figura 103 – Adobes dispostos formando um elemento triangular que por sua vez assenta numa trave em madeira (construção H_021)



Figura 104 – Arco em adobe (construção H_013)



Figura 105 – Arcos em adobe (construção H_023)



Figura 106 – Caixilharias em madeira
(construção H_018)



Figura 107 – Cantaria em granito (construção
H_025)

CAPÍTULO 6 – DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS E INTERVENÇÕES DE BENEFICIAÇÃO

- 6.1. PAREDES EXTERIORES
- 6.2. PAREDES INTERIORES
- 6.3. PAVIMENTOS
- 6.4. COBERTURAS
- 6.5. AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES DE
BENEFICIAÇÃO

Com base nas inspecções às construções estudadas, foi desenvolvida uma análise das anomalias mais recorrentes e sistemáticas. A propósito, e dentro do contexto das patologias estudadas, foram diferenciadas as patologias estruturais e não-estruturais.

Não existe uma coerência total na definição de patologias estruturais e não-estruturais considerada pelos diversos autores. De facto, para este tipo de construções é difusa a fronteira entre a estrutura e os restantes elementos construtivos, e por outro lado são raras as situações em que as patologias se confinam a um único elemento construtivo do edifício. Neste trabalho, considerou-se por patologia não-estrutural a que corresponde a elementos dos quais não depende directamente a estabilidade de outros elementos construtivos, e por patologia estrutural a resultante do deficiente desempenho, ou interacção, dos elementos estruturais confinantes ou de suporte às acções mecânicas externas ou internas, a que estão sujeitos os diversos elementos estruturais, e que põem em causa a sua própria estabilidade, mesmo que da sua eventual ruína possam advir consequências para outros elementos construtivos [18].

Dá-se, aqui, particular atenção aos problemas mais relevantes das paredes de alvenaria, pavimentos e coberturas, com implicação directa na estabilidade dos elementos estruturais, fazendo-se ainda a análise das patologias não estruturais mais relevantes nesses mesmos elementos [41].

6.1. Paredes exteriores

Na avaliação das paredes exteriores observaram-se as patologias tanto a nível estrutural como não estrutural.

Na Figura 108 são apresentadas as patologias mais relevantes nas paredes exteriores das construções analisadas, e, na Figura 109 mostra-se, os estados de conservação global do revestimento e da estrutura de suporte das paredes de fachada, com base na avaliação visual efectuada.

A nível estrutural evidencia-se a fissuração, a rotação das paredes para fora do seu plano (inclinação), e as patologias nos cunhais.

Para cada fachada foi feita uma avaliação individual da fissuração, da inclinação e das patologias em cunhais. Na avaliação da fissuração distinguiram-se os diferentes padrões de distribuição e de orientação, destacando-se a concentração de fissuras junto às aberturas, devido à concentração de tensões, com orientação preferencialmente vertical ou inclinada (Figuras 110 e 111). Na Figura 111, a principal causa da fissuração deve-se à grande percentagem de aberturas, induzindo concentrações relevantes de tensões. Salienta-se que nesta construção a asna é fechada, não criando impulsos horizontais significativos nas paredes.

No entanto, nas paredes exteriores das construções analisadas predominam as patologias não estruturais, provocadas por agentes naturais e atmosféricos. O impacto directo da chuva vai alterando a superfície dos elementos exteriores dos edifícios, provocando desgaste e o

aparecimento de outros problemas associados às humidades (humidade ascensional, escorrências, condensações superficiais e infiltrações - Figura 112).

Neste tipo de construções é frequente a cristalização dos sais entre a estrutura de suporte e o respectivo revestimento, promovendo a fissuração e conduzindo ao destacamento de todo o revestimento e à degradação das camadas superficiais do suporte.

As principais consequências da degradação da superfície de suporte são: a redução da espessura do elemento estrutural e consequente diminuição da resistência mecânica, acentuação de vias de penetração de água e de infiltração por absorção capilar (Figura 113) [38].

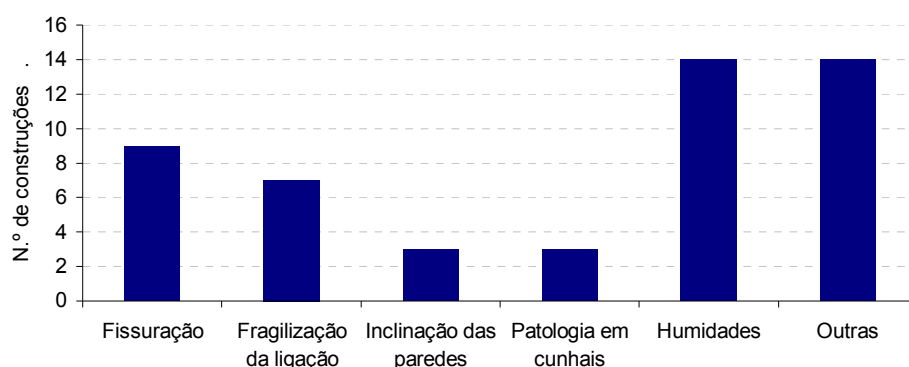


Figura 108 – Patologias observadas nas paredes exteriores

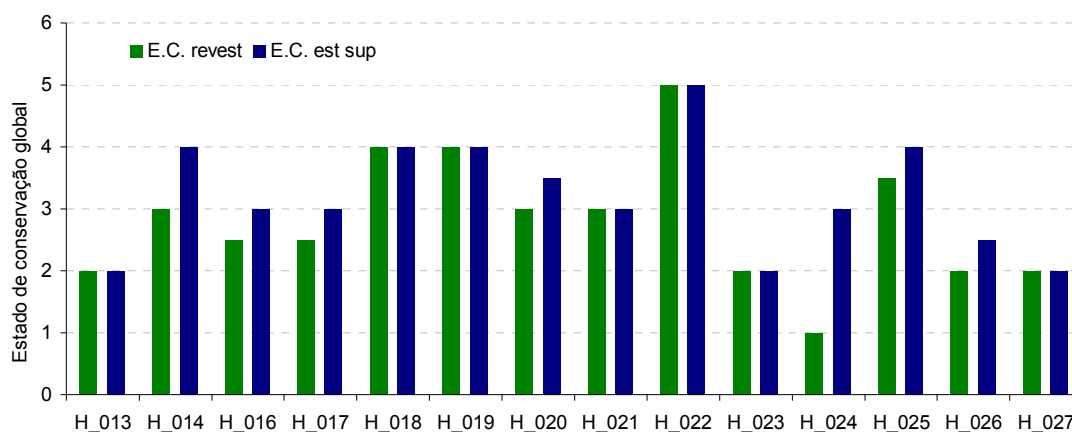


Figura 109 – Estado de conservação global das paredes de fachada: revestimento e estrutura de suporte



Figura 110 – Fissuração vertical junto ao cunhal (construção H_027)



Figura 111 – Fissuração vertical junto às aberturas e cunhais devido a grande percentagem de aberturas (construção H_016)



Figura 112 – Humidade ascensional e escorrências nas paredes (construção H_027)



Figura 113 – Degradação da superfície devido aos agentes atmosféricos (construção H_024)

6.2. Paredes interiores

Nas paredes interiores, as patologias estruturais observadas caracterizam-se fundamentalmente pela fragilização das ligações à restante estrutura, enquanto que as patologias não estruturais mais frequentes são caracterizadas pela fissuração e desagregação, manchas de humidade e sujidade, bolores, descasque ou queda de reboco (Figura 114).

As Figuras 115 e 116 mostram os resultados da avaliação do estado de conservação global do revestimento e da estrutura de suporte para as paredes interiores estruturais e não estruturais.

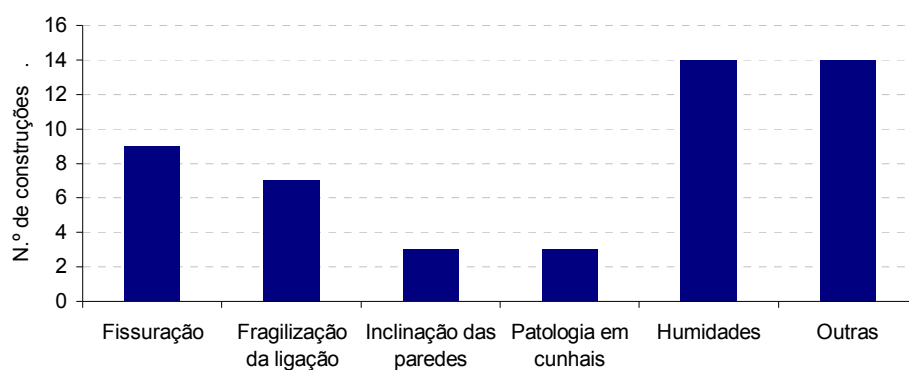


Figura 114 – Patologias observadas nas paredes interiores

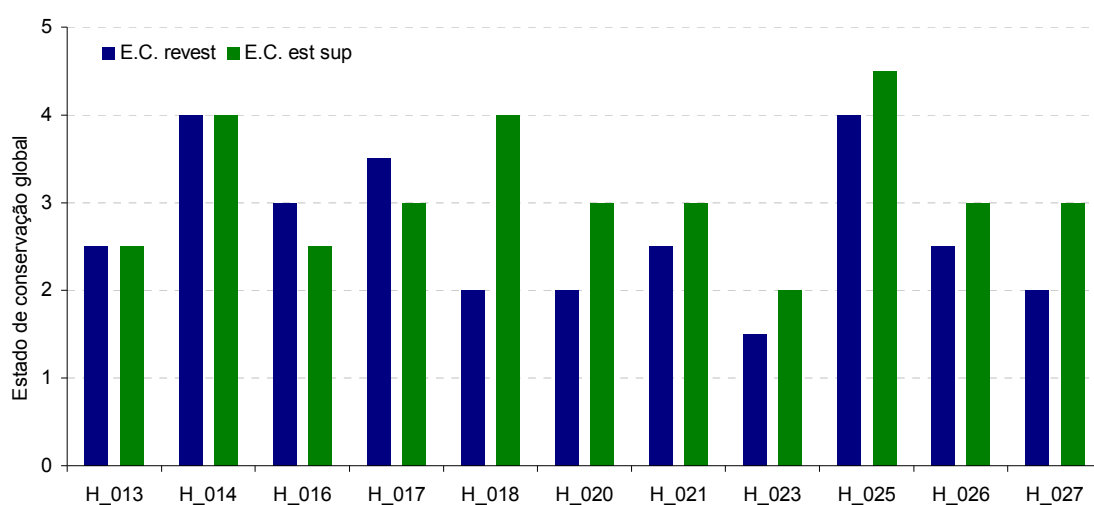


Figura 115 – Estado de conservação global das paredes interiores estruturais: revestimento e estrutura de suporte

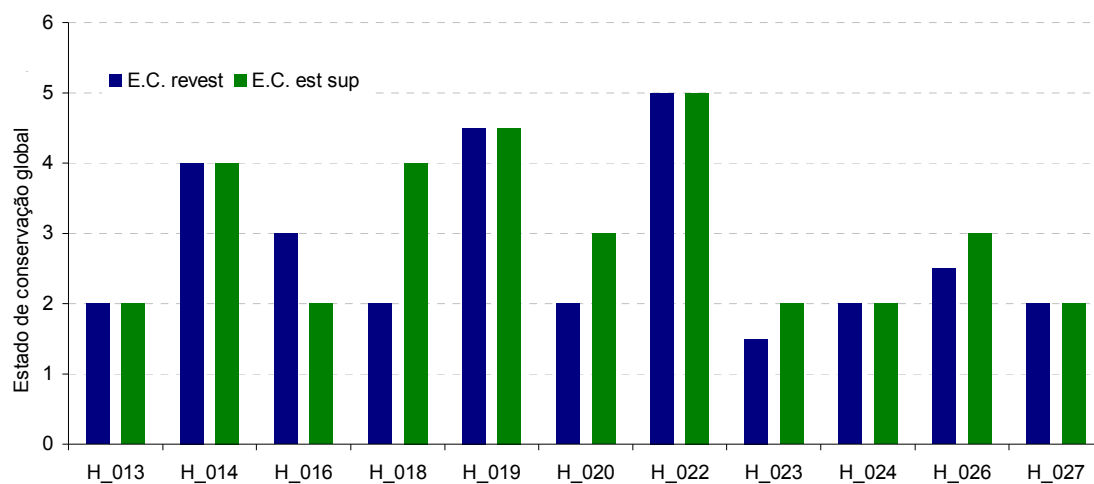


Figura 116 – Estado de conservação global das paredes interiores não estruturais: revestimento e estrutura de suporte

6.3. Pavimentos

A avaliação dos pavimentos estruturou-se em função do tipo de pavimentos existentes. Concluiu-se que o soalho em madeira é, devido à natureza do material, mais vulnerável ao ataque biológico, ao envelhecimento e ao apodrecimento por humidades devido à natureza do material. Apresentando para o estado de conservação global, uma classificação inferior aos outros pavimentos sobretudo nas construções abandonadas, como resultado da falta de manutenção e protecção contra as intempéries (Figuras 117 a 119). A fissuração observada é consequência do envelhecimento e fragilização dos materiais.

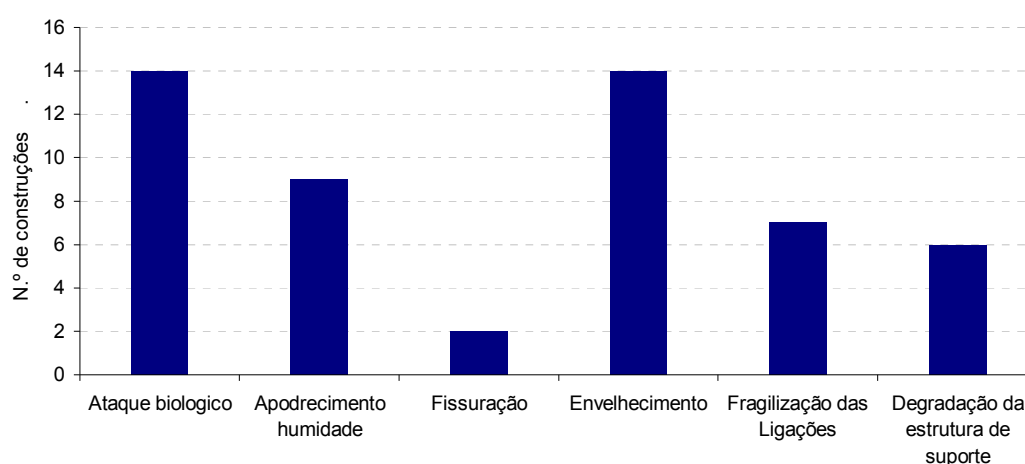


Figura 117 – Patologias observadas nos pavimentos

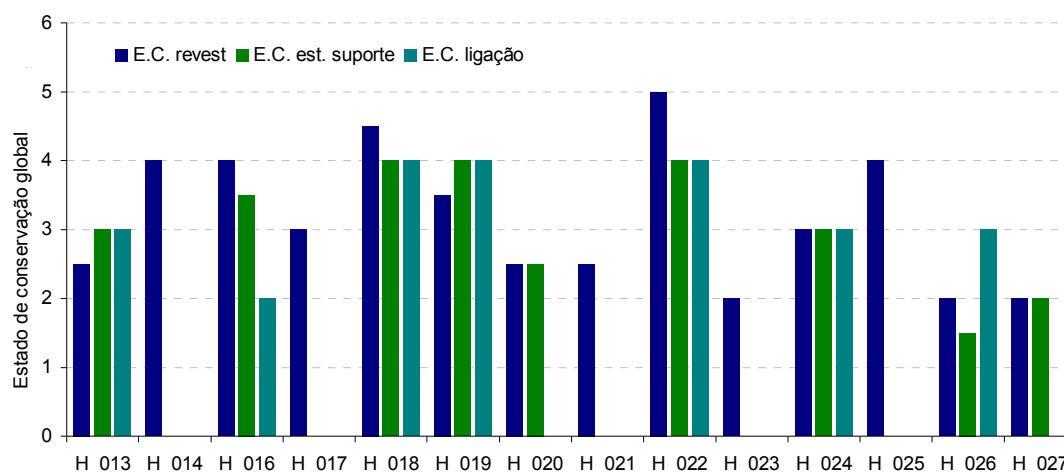


Figura 118 – Estado de conservação global dos pavimentos: revestimento, estrutura de suporte e ligação às paredes



Figura 119 – Degradação do soalho por problemas de humidades (construção H_027)

6.4. Coberturas

A função de estanquidade à água das coberturas fica altamente comprometida pela acumulação, sobre as telhas cerâmicas, de detritos, musgos, microorganismos e outros materiais.

Observando a Figura 120, verifica-se que uma das anomalias mais frequentes nas estruturas de suporte das coberturas está essencialmente associada à deformação excessiva dos seus elementos estruturais, causada sobretudo pelo envelhecimento e pela degradação dos materiais constituintes ou pela fragilização da estrutura de suporte (Figuras 121 a 123).

Quando a inclinação da estrutura de suporte da cobertura é insuficiente, ou existe outro problema estrutural (degradação e deformação dos elementos estruturais, por exemplo), o escoamento das águas pluviais é dificultado, o que facilita a infiltração e a acumulação de lixos, musgos e vegetação pioneira. Nestas condições, o arranjo das telhas propicia a formação de zonas de estagnação de águas que pode resultar em infiltrações na cobertura, induzindo condensações internas e manchas (Figura 124), sempre que a sua quantidade ou os ventos incidentes possam exercer influências desfavoráveis nesse sentido.

As fracturas e a degradação e/ou o envelhecimento de telhas são um tipo de patologias frequente nos revestimentos das coberturas. A degradação (descasque) das telhas e consequente fissuração e seu deslocamento pode ocorrer pela falta de ventilação e pelos ciclos gelo-degelo, ataque biológico e químico. A ocorrência de geada e a porosidade do material cerâmico constituinte das telhas estão intrinsecamente ligadas a estes fenómenos.

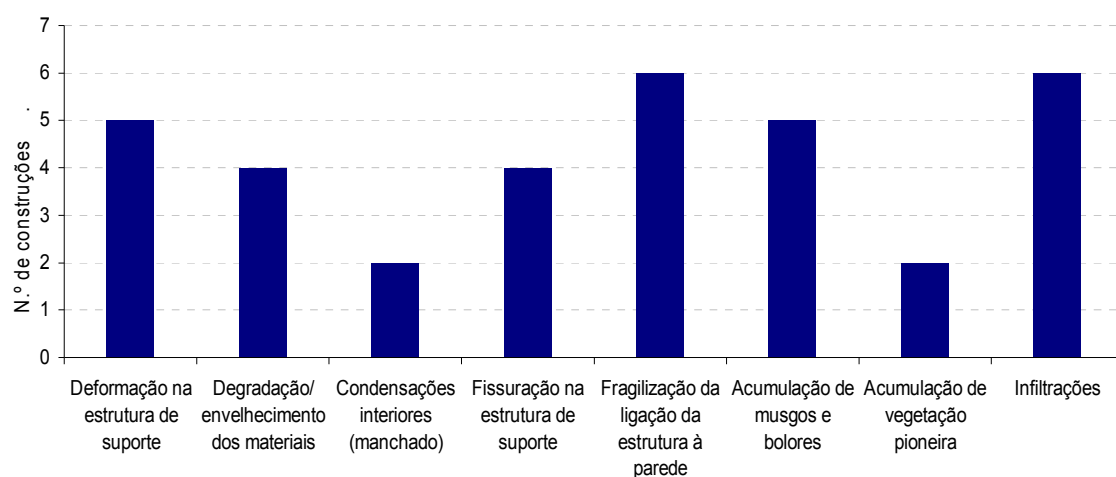


Figura 120 – Patologias observadas nas coberturas

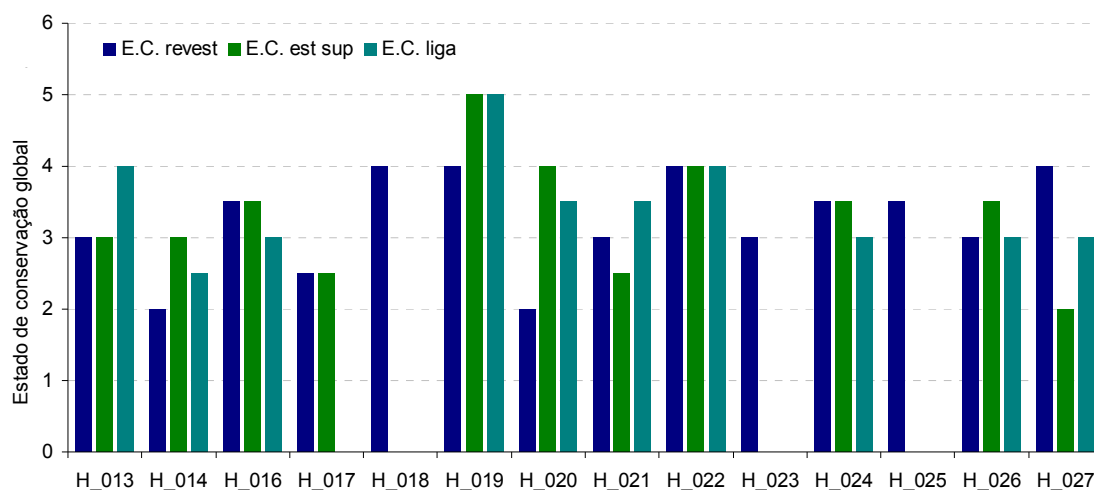


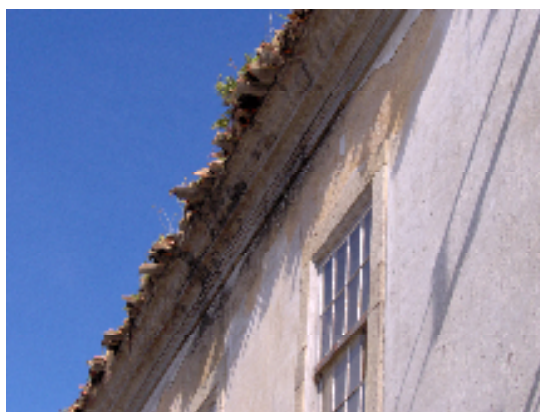
Figura 121 – Estado de conservação global da cobertura: revestimento, estrutura de suporte e ligação às paredes



Figura 122 – Deformabilidade excessiva da estrutura de suporte da cobertura (construção H_013)



Figura 123 – Fragilização das ligações e zonas de apoio nas paredes (construção H_027)



a) construção H_026



b) construção H_026

Figura 124 – Degradação devido a infiltrações na cobertura

6.5. Avaliação das intervenções de beneficiação

Num âmbito geral, as intervenções recentes nas construções existentes analisadas consistem essencialmente na correcção das anomalias detectadas, substituição de elementos degradados, reparação de danos e reforço de elementos fragilizados.

Na maior parte dos casos, estas intervenções realizadas nas construções em adobe não têm em atenção as características específicas do material, nem os sistemas construtivos presentes e nem a própria arquitectura [19].

As soluções e materiais usados nas intervenções são bastante diversificadas. Em alguns casos, coexistem três a quatro tipos de revestimentos distintos.

Foi corrente o uso da pintura nas paredes de fachada em intervenções recentes, não só para protecção dos rebocos mas também por motivações estéticas. Muitas vezes, aplicou-se a tinta

plástica como alternativa à caiação. Desta opção, patente também em paredes interiores, resultam inúmeras patologias nos revestimentos das paredes.

A utilização de argamassas de cimento para reparação e/ou substituição dos revestimentos originais também não oferece resultados positivos. Apresentando um aspecto final muito diferente das argamassas à base de cal, aquelas contribuem para a aceleração do processo de degradação das paredes e para o aparecimento de fenómenos de envelhecimento diferencial entre os novos e os velhos revestimentos [34].

De entre os casos de estudo considerados, a intervenção mais profunda foi realizada na construção H_013. Construíram-se contrafortes na fachada posterior a fim de estabilizar a rotação pronunciada da parede de fachada, causada por problemas nas fundações. Neste caso, e apesar de não se terem observado as fundações, aponta-se como possíveis causas para esta rotação, assentamentos diferenciais das fundações directas ou variações do teor de humidade dos solos argilosos de fundação.

Nas construções H_020 e H_021 observaram-se intervenções recentes de instalação e/ou remodelação das instalações sanitárias, porque estas, à época de construção destes edifícios, integravam somente habitações de famílias muito abastadas.

Ao nível da cobertura, nas construções H_018 e H_019, a telha Marselha (revestimento original) foi substituída por telha Lusa e construiu-se um beiral novo, melhorando, desta forma, a protecção das paredes de fachada e minorando os problemas de infiltrações. Na maioria dos casos estudados, as intervenções ao nível da reparação e conservação da cobertura não se estendem até à zona dos beirados, onde claramente se observam duas ou três fiadas de telha meia-cana original. Na construção H_018, a zona de ligação dos elementos de suporte dos pavimentos (barrotes) às paredes degradou-se, em consequência da humidade, obrigando à substituição dessa fracção de estrutura dos pavimentos.

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Apesar de, no distrito de Aveiro, existir um parque considerável de construções em adobe, o seu conhecimento ainda é muito limitado. Em consequência, e para contrariar tal situação, a Universidade de Aveiro tem desenvolvido nos últimos anos vários projectos e trabalhos visando a caracterização deste parque.

Os objectivos principais destes projectos centram-se: na caracterização do parque construído em adobe no distrito de Aveiro; na identificação das patologias mais comuns destas construções e interpretação das suas causas; na caracterização dos materiais e do comportamento estrutural das construções em adobe; no estudo e desenvolvimento de soluções de reabilitação e reforço estrutural, bem como de reabilitação não estrutural adequadas para as construções em adobe na região; na criação de conhecimento estruturado que possa servir de uma base para a elaboração de normalização apropriada para a verificação da segurança e reabilitação das edificações existentes em adobe; na disseminação do conhecimento adquirido com estes projectos, no seio dos técnicos das Câmaras, dos projectistas, e técnicos de obra interessados na reabilitação deste vasto património edificado em adobe.

Nesta linha, a presente tese, ao reunir e tratar de forma estruturada a informação relativa a este tipo de construção tradicional, pretende contribuir para um nível de conhecimento mais aprofundado.

Assim sendo, procedeu-se ao detalhado e rigoroso levantamento e sistematização da informação sobre as construções existentes, com base na proposta e no desenvolvimento de um conjunto de fichas de inspecção que contemplam informação construtiva, dimensional, patológica e registo de eventuais intervenções, permitindo concluir sobre os estados de conservação dos diferentes elementos e da influência das soluções construtivas no desempenho destas construções.

De forma a criar uma abordagem representativa da realidade das construções em adobe, as referidas fichas de inspecção foram aplicadas zonas, uma a norte, Murtosa, e outra a sul do distrito de Aveiro, Fogueira. A sua aplicação permitiu testá-las, adequá-las (propondo melhorias) e optimizá-las.

A verificação e consolidação desta metodologia levou à criação de uma base de dados (correlacionando todos os elementos construtivos analisados) e ao desenvolvimento de uma base de dados georreferenciada das construções em adobe (através da ferramenta SIG), possibilitando armazenar e tratar e relacionar, de forma fácil e organizada, toda a informação recolhida.

Foram avaliados os diferentes elementos constituintes das construções, estruturais e não estruturais, tais como as paredes exteriores, interiores resistentes e não resistentes, revestimentos de paredes e tectos, pavimentos, coberturas, escadas, fundações e ainda outros elementos (pilares, arcos, bem como uma breve referência a cantarias e caixilharias).

Observou-se que as construções da Murtosa têm, em média, mais um piso que as de Fogueira (devendo-se isso, em grande parte, ao factor económico da região, marcado pela já referida emigração pronunciada para o Brasil, Estados Unidos da América e Venezuela)

apresentando, de igual modo, valores médios mais elevados de áreas de implantação e pés-direitos.

As paredes de fachada apresentam a espessura mínima de 30 cm e máxima de 65 cm, oscilando a altura entre os 4 m e os 14 m. Porém, o tipo de ligação entre paredes, por desencontro de juntas é comum a todas elas. As paredes que apresentam valores mais elevados de espessura e de altura surgem nas construções mais ricas e no concelho da Murtosa, facto que se relaciona com o poder económico desta região. No que respeita às paredes interiores em adobe, a sua espessura média é 25 cm, enquanto que as paredes interiores em tabique têm cerca de 10 cm.

A totalidade das construções analisadas possui pavimentos em madeira, geralmente constituídos por vigamento de madeira paralelo, e, sobre este vigamento, na direcção transversal, assenta o soalho que é pregado.

As coberturas também eram construídas em madeira, com recurso a estruturas simples constituídas por frechais e madres, ou ainda asnas abertas ou fechadas, encontrando-se ainda soluções estruturais mais elementares, algumas delas com um comportamento muito débil.

Na avaliação das patologias deu-se particular atenção aos problemas mais relevantes das paredes de alvenaria, pavimentos e coberturas, com implicação directa na estabilidade dos elementos estruturais, bem como à análise das patologias não estruturais mais relevantes nos mesmos elementos. Nas paredes exteriores evidenciou-se a fissuração, a inclinação e as patologias em cunhais. No entanto, é predominante a existência de patologias não estruturais significativas e que são provocadas pela acção dos diferentes agentes atmosféricos e naturais.

No que respeita às paredes interiores, as patologias mais frequentes caracterizam-se pela fragilização das ligações à restante estrutura, enquanto que as patologias não estruturais mais relevantes são caracterizadas pela fissuração e desagregação, manchas de humidade e sujidade, bolores, descasque ou queda de reboco.

Da análise dos pavimentos, conclui-se que o soalho em madeira aparece muitas vezes envelhecido por humidades devido à natureza do material, apresentando naturalmente uma classificação para o estado de conservação global inferior aos outros tipos de pavimentos e nas construções abandonadas, consequência da falta de protecção e de manutenção.

Por último, nas estruturas de suporte das coberturas as anomalias mais frequentes caracterizam-se pela deformação excessiva dos seus elementos estruturais, devido principalmente ao envelhecimento e degradação dos materiais e também à fragilização da sua estrutura de suporte.

Com esta informação compilada e registada, poder-se-á desenvolver análises e estudos estatísticos passíveis de suportar opções políticas de planeamento de acções ao nível da reabilitação e do reforço deste vasto e rico património de construção em terra.

Na sequência deste trabalho são apontadas como possíveis linhas de desenvolvimento futuro: a aplicação deste levantamento a um maior número de construções e o alargamento deste estudo a outras zonas no distrito, criando um cenário mais abrangente e profundo da construção existente no distrito de Aveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Silveira, D. (2006) – “Avaliação da vulnerabilidade sísmica e reabilitação das construções existentes em adobe”, Plano de trabalhos para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Novembro, 24 páginas.
- [2] Pereira, H (s. d.) – “Caracterização do comportamento estrutural de edifícios em alvenaria de adobe e BTC”, Tese de mestrado em desenvolvimento.
- [3] Faria Rodrigues, P.; Henriques, F. (2002) – “The effect of hydraulic components on lime mortars”. Coimbra: Universidade de Coimbra, XXX IAHS World Congress on Housing, O. Ural, V. Abrantes, A. Tadeu (eds.). Coimbra, Setembro, p.1711-1718
- [4] Faria Rodrigues, P.(2007) – “Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias”. Setúbal: Fórum Museológico do Distrito de Setúbal, 2007. Revista MUSA, nº2 (Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal), (no prelo).
- [5] <http://www.paulojonas.com/tecnicos/adobe.htm>
- [6] Oliveira, Leila Bueno de (2005) – Introdução ao estudo de adobe: construção de alvenaria; (disponível em: http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/edicao2005/adobe.pdf).
- [7] (<http://ambiente.hsw.uol.com.br/adobe3.htm>)
- [8] Faria Rodrigues, P.; Henriques, Fernando M.A. (2005) – “Condicionantes da Conservação de construções em Terra. IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal – Convento da Orada, Monsaraz, 8 a 10 de Outubro, 8 páginas.
- [9] Varum, H.; Costa, A., Silveira, D., Pereira, H., Almeida, J., Martins, T.(2007) – “Avaliação Caracterização e reabilitação de Construções Existentes em Terra” – I Jornadas de eco construção – Paredes de Coura, Portugal, 7 a 9 de Junho, 10 páginas.
- [10] Houben, H.; Guillaud, H. (1994) – Earth Construction - A Comprehensive Guide. – ITDG Publishing, Londres, Reino Unido.
- [11] North, G.; Kanuka-Fuchs, R. – “Waitakere City’s Sustainable Home Guidelines” – Earth building
(disponível em: <http://www.waitakere.govt.nz/AbtCit/ec/bldsus/pdf/materials/earthbuilding.pdf>)

[12] De Sensi, B, (2003) –“Terra cruda, La Diffusione Dell’architettura Di Terra (Soil) “, Dissemination of Earth Architecture).

(disponível em: www.terracruda.com/architetturadiffusione.htm).

[13] Lourenço, Patrícia (2002) – Arquitectura de Terra: uma visão do futuro – PlanetaCAD estudo, Companhia de Arquitectura e Design,

(disponível em:

http://www.planetacad.com/PresentationLayer/Estudo_01.aspx?id=9&canal_ordem=0403

[14] Pereira, C.; Rocha, M.; Gama, L., Carvalho, E.; (2005) - “A associação Centro da Terra em Portugal” IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal - Convento da Orada, Monsaraz, 8 a 10 de Outubro, 5 páginas.

[15] Varum, H.; Costa, A.; Velosa, A.; Martins, T.; Pereira, H. and Almeida, J. (2006) – “Houses and cities built with earth” - conservation, significance and urban quality, Argumentum, Lisbon, Portugal

[16] Varum, H.; Martins, T.; Velosa, A. (2005) – “Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro” – IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal - Convento da Orada, Monsaraz, 8 a 10 de Outubro, 9 páginas.

[17] Varum, H.; Costa, A.; Velosa, A.; Pereira, H.; Almeida, J. (2005) – “Caracterização Mecânica e Patológica das Construções em Adobe no Distrito de Aveiro como Suporte em Intervenções de Reabilitação” – Convento da Orada, Monsaraz, Portugal, 23 -25 Novembro, 22 páginas.

[18] Silva, J. Mendes da (2002) – Alvenarias não estruturais patologias e estratégias de reabilitação – Seminário sobre Paredes de Alvenaria – Porto.

[19] Guillaud, Hubert (s. d.) – “Conservação e restauro das arquitecturas de terra: métodos, diagnóstico e tipologia das intervenções” – CRATerre, Centro Internacional da Construção em Terra, Escola de Arquitectura de Grenoble, França.

[20] Varum, H.; Costa, A.; Pereira, H.; Almeida, J. (2006) – “Ensaio de Caracterização do Comportamento Estrutural de Construções Existentes em Adobe” – I SAACT, Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra - Artigo 4.1, pp. 73-74 e publicação em CD - Mendoza, Argentina, 14 a 17 de Junho.

- [21] Oliveira, D.; Varum, H.; Silva, R.; Pereira, H.; Lourenço, P. (2005) – “Caracterização Experimental do Comportamento Diferido de Alvenaria de Adobe” – IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal - Convento da Orada, Monsaraz, 8 a 10 de Outubro; 10 páginas.
- [22] Costa, A.; Varum, H.; Pereira, H. ; Rodrigues, H.; Vicente, R.; Arêde, A. (2007) – Avaliação Experimental do Comportamento Fora do Plano de Paredes de Alvenaria de Adobe – V ATP Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Aveiro, Portugal, 10 a 13 de Outubro, 9 páginas.
- [23] Varum, H.; Costa, A., Pereira, H., Almeida, J., Rodrigues, H. (2007) – “Avaliação Experimental do Comportamento Estrutural de Elementos Resistentes em Alvenaria de Adobe” – V ATP – Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Aveiro, Portugal, 10 a 13 de Outubro, 10 páginas.
- [24] Silveira, D. ; Varum, H.; Costa, A. (2007) – “Análise do Comportamento Sísmico de Construções Existentes em Adobe” – Sísmica 2007 – 7º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 26 -28 Setembro, 12 páginas.
- [25] Gomes, I.; Brito, J. de (2005)– “Sismo-Reforço’ de Construções em Terra Crua”, IV SIACOT (Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra), Monsaraz, Outubro. pp.250-252.
- [26] Cenapred (s. d.) – “Métodos de Refuerzo para la Vivienda Rural de Autoconstrucción” (Reinforcement Methods for Selfconstruction of Rural Housing), México City, México (disponível em: http://www.world-housing.net/Tutorials/AdobeTutorial/Reference_3.pdf)
- [27] Blondet, M.; Garcia, G.; Brzev, S. (2003) – “Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor” – Contribuição à Enciclopedia Mundial de Vivienda del EERI/IAEE, Abril. (disponível em <http://www.world-housing.net/>)
- [28] Vieira, J; Valbuena, M. (2004) – “10 Viviendas Bioclimáticas/ Amayuelas de Abajo”. III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, “La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat” – San Miguel de Tucumán, 27 Setembro a 2 de Outubro, página 53 e 54.
- [29] Fonseca, J. P. E. de Carvalho (2007) – “Construção em adobe na Murtosa, um caso de Estudo”. V ATP – Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Aveiro, Portugal, 10 a 13 de Outubro, 10 páginas.
- [30] AREDE, A.; Costa, A. (s.d.) – “Inspeção e Diagnóstico Estrutural de Construções Históricas”, A intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação, página 55 á 88.

[31] Vicente, R.; Mendes da Silva, J.A.R.; Varum, H. (2006) – “Observação, registo e diagnóstico de anomalias em edifícios no âmbito da reabilitação urbana” – QIC2006, Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção – LNEC, Lisboa, 21 a 24 de Novembro.

[32] Dueker, K., and D. Kjerne, (1989), – “*Multipurpose Cadastre: Terms and Definitions*”. Falls Church, VA: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping (ASPRS-ACSM).

[33] Textos cedidos pela Câmara Municipal da Murtosa (sem referência)

[34] Veiga, M. Rosário, (2003) – “As argamassa na conservação”. – Actas das 1^{as} Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Avaliação e Reabilitação das Construções existentes. Aveiro, 26 de Novembro de 2003. Conferência convidada. Colecção Comunicações, Com 103, LNEC, Lisboa.

[35] Silveira, P. Malta da (2000) – Estuques antigos: caracterização construtiva e análise patológica; Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Construção, Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa.

[36] Faria Rodrigues, P. (2004) – “Argamassas de revestimento de alvenarias antigas. Contribuição para o estudo da influência dos ligantes”. Tese para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, na especialidade de Reabilitação do Património Edificado, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

[37] Faria Rodrigues, P. (1999) – “Problemática dos revestimentos de paredes em construções de terra crua”. Jornada sobre Construção com Terra Aditivada – A Terra como Material de Construção de Edifícios. Instituto Superior Técnico. Lisboa.

[38] Faria Rodrigues, P. (2003) – “Argamassas para construção em terra crua. Patologias associadas e forma de as minorar”. Núcleo de Arquitectos do Litoral Alentejano. Encontro “A Terra na Arquitectura”, Sines.

[39] Silveira, P. Malta; Veiga, R.; Brito, J. (s. d.) - Eflorescências em estuques antigos - Tectos estucados sob fasquias ou abóbadas em edifícios antigos: Caracterização construtiva, Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa.

[40] Filho, J. La Pastina (1999) – Manual de conservação de telhados – IPHAN – Instituto do Património Histórico e Artístico Nacional, Brasil.

- [41] Vicente, R.; Mendes da Silva, J.A.R.; Varum, H. (2008) – Anomalias estruturais correntes em edifícios antigos – 4.º CINPAR 2008, - Congresso internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas – Universidade de Aveiro, Aveiro, 25 a 28 de Junho.

ANEXO I

FICHAS DE INSPECÇÃO

SInBAD

Estes anexos só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.
Queira por favor dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca.

Serviços de Documentação
Universidade de Aveiro